	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Методы оптимизации», включая
оценочные материалы**

1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-1. Способен разрабатывать, документировать, тестировать и адаптировать прикладное программное обеспечение информационных систем, систем искусственного интеллекта принимать участие в управлении работами по разработке информационных систем и систем искусственного интеллекта ПК-2. Способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач, моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область автоматизации организации

1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ПК-1	ПК-1.3	Использует знание основных методов искусственного интеллекта для выявления проблем в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем
ПК-2	ПК-2.2	Осуществляет исследование объекта на предмет его автоматизации, выявляет информационные потребности пользователей и угрозы информационной безопасности
ПК-2	ПК-2.3	Использует методы анализа данных и представления знаний в информационных системах

1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цель изучения дисциплины (модуля) – формирование у обучающихся знаний и умений по постановке и решению оптимизационных задач, а также понимания основных принципов, лежащих в основе методов решения задач оптимизации.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен


знать:

- методы и алгоритмы решения экстремальных задач; принципы построения математических моделей оптимизационных задач;

уметь:

- составлять математические модели практических экстремальных задач; интерпретировать результаты решения оптимизационных задач;

владеть:

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

- навыками формализованного описания задач оптимизации; методами решения задач оптимизации в инструментальных средах.

2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

2.1. Объем дисциплины (модуля)

Виды учебной работы	Формы обучения		
	Очная	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	3/108	3/108	3/108
Контактная работа:	48	28	8
Занятия лекционного типа	16	14	2
Занятия семинарского типа	32	14	6
Консультации	0	0	0
Промежуточная аттестация: зачет с оценкой	0	0	4
Самостоятельная работа (СР)	60	80	96

Примечания: зачет с оценкой по очной и очно-заочной формам обучения проводится в рамках занятий семинарского типа. В учебном плане часы не выделены.

2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Основы теории оптимизации	2	0	4	0	0	0	7
2.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями	2	0	4	0	0	0	8
3.	Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	2	0	4	0	0	0	7
4.	Задача линейного программирования	2	0	4	0	0	0	8
5.	Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП	2	0	4	0	0	0	7
6.	Теория двойственности	2	0	4	0	0	0	8
7.	Транспортная задача	2	0	4	0	0	0	7
8.	Динамическое программирование	2	0	4	0	0	0	8

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	




1.	Основы теории оптимизации	1	0	1	0	0	0	10
2.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями	1	0	1	0	0	0	10
3.	Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	2	0	2	0	0	0	10
4.	Задача линейного программирования	2	0	2	0	0	0	10
5.	Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП	2	0	2	0	0	0	10
6.	Теория двойственности	2	0	2	0	0	0	10
7.	Транспортная задача	2	0	2	0	0	0	10
8.	Динамическое программирование	2	0	2	0	0	0	10

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Основы теории оптимизации	1	0	0	0	0	0	12
2.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями	1	0	0	0	0	0	12
3.	Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	0	0	1	0	0	0	12
4.	Задача линейного программирования	0	0	1	0	0	0	12
5.	Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП	0	0	1	0	0	0	12
6.	Теория двойственности	0	0	1	0	0	0	12
7.	Транспортная задача	0	0	1	0	0	0	12
8.	Динамическое программирование	0	0	1	0	0	0	12

Примечания:

	<p>Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»</p>
	<p>СМК-ОП .01.1.326-03/23</p>

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.


2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Основы теории оптимизации	Начальные сведения о задачах оптимизации: постановка и классификация задач, существование оптимального решения. Понятия о методах оптимизации.
2.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями	Экстремумы функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия минимума гладких функций одной переменной. Экстремумы функции многих переменных. Условия первого и второго порядков. Квадратичные формы.
3.	Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	Численные методы безусловной одномерной оптимизации: методы прямого последовательного поиска (метод поиска с возвратом, дихотомия, золотое сечение, метод чисел Фибоначчи), сравнение методов.
4.	Задача линейного программирования	Примеры задач. Общая задача линейного программирования. Каноническая задача линейного программирования. Приведение задач линейного программирования к каноническому виду. Графическая интерпретация задач линейного программирования.
5.	Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП	Построение вспомогательной задачи и ее базиса, нахождение начального опорного плана исходной задачи, решение исходной задачи.
6.	Теория двойственности	Общие правила построения двойственной задачи. Лемма о взаимной двойственности. 1-ая и 2-ая теоремы двойственности.
7.	Транспортная задача	Ограничения и целевая функция канонической (закрытой) транспортной задачи. Решение закрытой транспортной задачи методом потенциалов. Приведение открытых транспортных задач к канонической задаче.
8.	Динамическое программирование	Задачи динамического программирования. Принцип оптимальности.

Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Основы теории оптимизации	ПЗ	Классификация методов оптимизации. Примеры задач из области оптимизации.
2.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями	ПЗ	Условия положительной определенности квадратичных форм. Необходимые и достаточные условия экстремума функций нескольких переменных. Задачи на условный экстремум. Решение задач с ограничениями типа равенств. Метод множителей Лагранжа
3.	Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	ПЗ	Численные методы безусловной многомерной оптимизации: прямые методы поиска безусловного экстремума, градиентные методы.
4.	Задача линейного программирования	ПЗ	Базисные решения и их свойства. Построение опорного плана. Симплекс-таблица. Пересчет симплекс-таблицы. Критерии оптимальности опорного плана. Этапы реализации симплекс-метода
5.	Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП	ПЗ	Модифицированный симплекс-метод (построение вспомогательной целевой функции, алгоритм решения)

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

			канонической задачи для построенной целевой функции, связь решений вспомогательной и исходной задач).
6.	Теория двойственности	ПЗ	Одновременное решение прямой и двойственной задач. Использование 2-ой теоремы двойственности для проверки на оптимальность решения ЗЛП. Двойственный симплекс-метод.
7.	Транспортная задача	ПЗ	Решение закрытой транспортной задачи методом потенциалов. Приведение открытых транспортных задач к канонической задаче.
8.	Динамическое программирование	ПЗ	Уравнение Беллмана. Решение задач динамического программирования рекурсивным методом.

Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Основы теории оптимизации	Классификация методов оптимизации. Примеры задач из области оптимизации.
2.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями	Решение задач с ограничениями типа равенств. Метод множителей Лагранжа
3.	Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	Численные методы безусловной многомерной оптимизации: прямые методы поиска безусловного экстремума, градиентные методы.
4.	Задача линейного программирования	Базисные решения и их свойства. Построение опорного плана. Симплекс-таблица. Пересчет симплекс-таблицы. Критерии оптимальности опорного плана. Этапы реализации симплекс-метода
5.	Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП	Построение вспомогательной задачи и ее базиса, нахождение начального опорного плана исходной задачи, решение исходной задачи.
6.	Теория двойственности	Общие правила построения двойственной задачи. Двойственный симплекс-метод.
7.	Транспортная задача	Приведение открытых транспортных задач к канонической задаче.
8.	Динамическое программирование	Решение задач динамического программирования рекурсивным методом.


3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Основы теории оптимизации	Устный опрос. Тестирование
2.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями	Устный опрос. Дискуссионные процедуры.
3.	Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	Устный опрос. Практическое задание
4.	Задача линейного программирования	Устный опрос. Дискуссионные процедуры
5.	Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП	Устный опрос. Практическое задание
6.	Теория двойственности	Устный опрос. Дискуссионные процедуры.

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

		Практическое задание
7.	Транспортная задача	Устный опрос. Дискуссионные процедуры. Практическое задание
8.	Динамическое программирование	Устный опрос. Решение задач

3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

Устный опрос. Дискуссионные процедуры (круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты, мини-конференции)


Тема 1. Основы теории оптимизации

Вопросы для устного опроса:

1. Общий алгоритм этой поиска решения для задач одномерной оптимизации.
2. Прямые методы одномерной оптимизации.
3. Алгоритм метода равномерного поиска с возвратом.
4. Алгоритм метода золотого сечения.

Типовые вопросы теста:

1. Оптимизация – это...
 - а) Получение оптимальных результатов в определенных пределах;
 - + б) Целенаправленная деятельность, заключающаяся в получении наилучших результатов при соответствующих условиях;
 - в) Ответы а и б – правильные;
 - г) Правильного ответа нет.
2. На основании выбранного критерия оптимальности составляют...
 - а) Оптимальную функцию;
 - б) Функцию критерия оптимальности;
 - + в) Целевую функцию;
 - г) Правильного ответа нет.
3. Для решения задачи оптимизации первым необходимо сделать...
 - а) Выбрать критерий оптимальности;
 - + б) Составить математическую модель;
 - в) Выбрать метод оптимизации;
 - г) Правильного ответа нет.
4. При записи математических задач оптимизации в общем виде обычно используют символы?
 - + а) $f(x), U$;
 - б) $l(x), U$;
 - в) $j(x), U$;
 - г) Правильного ответа нет.
5. Первый этап построения математической модели – ...
 - а) Формализация;
 - + б) Исследование объекта;
 - в) Исследование рынка;
 - г) Правильного ответа нет.
9. В задачах оптимизации различают критерии оптимизации...
 - а) Простые;
 - б) Сложные;
 - + в) Ответы а и б – правильные

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

Тема 2. Методы одномерной и многомерной оптимизации. Оптимизационные задачи с ограничениями.

Вопросы для устного опроса:

1. Условия положительной определенности квадратичных форм.
2. Необходимые и достаточные условия экстремума функций нескольких переменных.
3. Решение задач с ограничениями типа равенств.
4. Метод множителей Лагранжа

Вопросы для групповой дискуссии:

1. Какие методы поиска оптимальных решений называют прямыми?
2. В чем состоит основной недостаток прямых методов поиска экстремума?
3. В чем состоит основная идея метода равномерного поиска с возвратом?
4. Что означает принцип золотого сечения?
5. Как происходит локализация отрезка поиска в методе золотого сечения?

Тема 3. Численная реализация методов оптимизации функций одной и нескольких переменных

Вопросы для устного опроса:

1. Численные методы безусловной многомерной оптимизации.
2. Прямые методы поиска безусловного экстремума
3. Градиентные методы.

Практическое задание:

Разработать программу на любом языке программирования, реализующую метод равномерного поиска с возвратом и метод золотого сечения.

Тема 4. Задача линейного программирования.

Вопросы для устного опроса:

1. Формулировка задачи линейного программирования.
2. Формы записи задачи линейного программирования.
3. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
4. Построение многоугольника решений.
5. Область допустимых значений переменных.
6. Линии уровня функции цели.

Вопросы для групповой дискуссии:

1. Как формулируется задача линейного программирования?
2. Сформулируйте алгоритм графического решения задачи линейного программирования.
3. Что такое область допустимых значений переменных?
4. В каком случае задача линейного программирования не имеет решения и как это увидеть на графике?
5. В каком случае задача линейного программирования имеет бесчисленное множество решений и как это увидеть на графике?


Тема 5. Методы нахождения опорного плана в задачах ЛП.

Вопросы для устного опроса:

1. Модифицированный симплекс-метод.
2. Построение вспомогательной целевой функции
3. Алгоритм решения канонической задачи для построенной целевой функции
4. Связь решений вспомогательной и исходной задач.

Практическое задание:

1. Найти минимум целевой функции

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

Тема 6. Теория двойственности

Вопросы для устного опроса:

1. Канонический вид задачи линейного программирования.
2. Переход к каноническому виду задачи линейного программирования.
3. Метод единичного базиса.
4. Схема создания симплекс-таблицы.
5. Метод искусственного базиса.
6. Двойственность в линейном программировании.
7. Двойственный симплекс-метод.

Вопросы для групповой дискуссии:

1. Как формулируется задача линейного программирования в каноническом виде?
2. Как осуществить перевод задачи линейного программирования в канонический вид?
3. Приведите схему создания симплекс таблицы?
4. Как происходит поиск разрешающего элемента в симплекс таблице?
5. Для чего служит строка оценок в симплекс таблице?
6. Сформулируйте метод единичного базиса.
7. Сформулируйте метод искусственного базиса.
8. Какие существуют ограничения метода единичного базиса?
9. Сформулируйте двойственный симплекс-метод.

Практическое задание:

Найти минимальное значение линейной функции двойственным симплексным методом (по вариантам, предложенным преподавателем).

Тема 7. Транспортная задача.

Вопросы для устного опроса:


1. Постановка транспортной задачи линейного программирования.
2. Открытая и закрытая модель транспортной задачи линейного программирования.
3. Матрица планирования.
4. Построение опорного плана: метод северо-западного угла.
5. Построение опорного плана: метод наименьшей оценки.
6. Метод потенциалов.
7. Решение транспортной задачи.

Вопросы для групповой дискуссии:

1. Сформулируйте общую постановку транспортной задачи линейного программирования.
2. В чем состоит отличие открытой и закрытой моделей транспортной задачи линейного программирования?
3. В чем отличие методов построения опорного плана: северо-западного угла и наименьшей оценки?
4. Сформулируйте алгоритм метода потенциалов.
5. Как рассчитываются потенциалы строк и столбцов в методе потенциалов?
6. Сформулируйте критерий оптимальности в методе потенциалов.

Практическое задание:

Решить транспортную задачу. Заданы мощности поставщиков a_i ($i = 1, 2, 3$), емкости потребителей b_j ($j = 1, 2, 3$) и матрица стоимостей перевозок единицы продукции от каждого поставщика каждому потребителю. Требуется найти план перевозок, при котором суммарные транспортные расходы будут минимальны.

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

Тема 8. Динамическое программирование

Вопросы для устного опроса:

1. Задачи динамического программирования.
2. Принцип оптимальности.

Решение задач:

Задача 1. Дано прямоугольное поле размером $n*m$ клеток. Можно совершать шаги длиной в одну клетку вправо или вниз. Посчитать, сколькими способами можно попасть из левой верхней клетки в правую нижнюю.

Задача 2. Дана последовательность целых чисел. Необходимо найти ее самую длинную строго возрастающую подпоследовательность.

Задача 3. Дана строка из заглавных букв латинского алфавита. Необходимо найти длину наибольшего палиндрома, который можно получить вычеркиванием некоторых букв из данной строки.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Устный ответ

Оценка знаний предполагает дифференцированный подход к обучающемуся, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных понятий и категорий по дисциплине. Кроме того, оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение использовать в ответе практический материал. Оценивается культура речи, владение навыками ораторского искусства.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала, использование профессиональных терминов, культура речи, навыки ораторского искусства. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда материал излагается исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно, при этом раскрываются не только основные понятия, но и анализируются точки зрения различных авторов. Обучающийся не затрудняется с ответом, соблюдает культуру речи.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но при ответе на вопрос допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.


Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

Дискуссионные процедуры

Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты, мини-конференции являются средствами, позволяющими включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Задание дается заранее, определяется круг вопросов для обсуждения, группы участников этого обсуждения.

Дискуссионные процедуры могут быть использованы для того, чтобы студенты:

–лучше поняли усвояемый материал на фоне разнообразных позиций и мнений, не

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

обязательно достигая общего мнения;

- смогли постичь смысл изучаемого материала, который иногда чувствуют интуитивно, но не могут высказать вербально, четко и ясно, или конструировать новый смысл, новую позицию;

- смогли согласовать свою позицию или действия относительно обсуждаемой проблемы.

Критерии оценивания – оцениваются действия всех участников группы. Понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Соответствие реальной действительности решений, выработанных в ходе игры. Владение терминологией, демонстрация владения учебным материалом по теме игры, владение методами аргументации, умение работать в группе (умение слушать, конструктивно вести беседу, убеждать, управлять временем, бесконфликтно общаться), достижение игровых целей, (соответствие роли – при ролевой игре). Ясность и стиль изложения.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда все требования выполнены в полном объеме.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Решения, выработанные в ходе игры, полностью соответствуют реальной действительности. Но некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены нормы общения, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия в целом соответствуют заданным целям. Однако, решения, выработанные в ходе игры, не совсем соответствуют реальной действительности. Некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающиеся не понимают проблему, их высказывания не соответствуют заданным целям.

Практическое задание

Обучающийся должен уметь выделить основные положения из текста задачи, которые требуют анализа и служат условиями решения. Исходя из поставленного вопроса в задаче, попытаться максимально точно определить проблему и соответственно решить ее.

Задачи могут решаться устно и/или письменно.

Критерии оценивания – оценка учитывает методы и средства, использованные при решении ситуационной, проблемной задачи.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда обучающийся выполнил задание (решил задачу), используя в полном объеме теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения.


Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся в целом выполнил все требования, но не совсем четко определяется опора на теоретические положения, изложенные в научной литературе по данному вопросу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся показал положительные результаты в процессе решения задачи.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не выполнил все требования.

Решение задач

Обучающийся должен уметь выделить основные положения из текста задачи, которые требуют анализа и служат условиями решения. Исходя из поставленного вопроса

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

в задаче, попытаться максимально точно определить проблему и соответственно решить ее.

Задачи могут решаться устно и/или письменно. При решении задач также важно правильно сформулировать и записать вопросы, начиная с более общих и, кончая частными.

Критерии оценивания – оценка учитывает методы и средства, использованные при решении задачи.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда обучающийся выполнил задание (решил задачу), используя в полном объеме теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся в целом выполнил все требования, но не совсем четко определяется опора на теоретические положения, изложенные в научной литературе по данному вопросу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся показал положительные результаты в процессе решения задачи.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не выполнил все требования

Тестирование

Является одним из средств контроля знаний обучающихся по дисциплине (модулю).

Критерии оценивания – правильный ответ на вопрос

Оценка «отлично» ставится в случае, если правильно выполнено 90-100% заданий.

Оценка «хорошо» ставится, если правильно выполнено 70-89% заданий.


Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если правильно выполнено 50-69% заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если правильно выполнено менее 50% заданий.

3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал навыки - выделения главного, - связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов, - изложения мыслей в логической последовательности, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
ХОРОШО	Знает:	- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда

	<p align="center">Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»</p>
	<p>СМК-ОП .01.1.326-03/23</p>

		правильно их верифицирует.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков, - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связи теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении; - показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы; - слабо аргументирует научные положения; - практически не способен сформулировать выводы и обобщения; - частично владеет системой понятий.
	Умеет:	- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.
	Владеет:	- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал недостаточность навыков - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связи теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся не усвоил значительной части материала; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует квалифицированных выводов и обобщений; - не владеет системой понятий.
	Умеет:	обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.
	Владеет:	не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».

3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов для устных ответов (варианты теста)

Варианты теста

1. Форма записи симплексного метода, при котором решение ведется путем выражения базисных переменных через небазисные – это:

- a) симплекс-метод в столбцовой форме
- b) симплексный метод в строчечной форме



- с) базовая форма записи симплекс-метода
 - d) симплекс-метод в виде симплексной таблицы
 - e) модифицированный симплекс-метод
2. Решите задачу

Предприятие выпускает два вида продукции в объемах x_1 и x_2 . Они реализуются по ценам $120 - x_1$ и $300 - 2x_2$ соответственно.

По плану предприятие должно выпустить ровно 150 единиц продукции.

Определить: план производства продукции, обеспечивающий наибольший доход.

Решение:

Чтобы решить данную задачу, необходимо найти максимум функции $F(x_1, x_2)$ с ограничениями (1.5):

$$F(x_1, x_2) = (120 - x_1)x_1 + (300 - 2x_2)x_2, \quad (1.5)$$

а ограничение:

$$x_1 + x_2 = 150 \quad (1.6)$$

Предполагается, что объем выпуска продукции каждого вида – неотрицательное число (естественные ограничения).

3. При достижении оптимального плана симплекс-методом итоговая симплекс-таблица

- a) Должна быть нормальной
- b) Не должна быть нормальной

4. Решите задачу

Предприятие выпускает два вида продукции в объемах x_1 и x_2 . Они реализуются по ценам $120 - x_1$ и $300 - 2x_2$ соответственно.

По плану предприятие должно выпустить ровно 150 единиц продукции.

Определить: план производства продукции, обеспечивающий наибольший доход.

5. Матрица Гессе для функции $f(X)$, где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ составляется из всех частных производных:

- a) первого порядка
 - b) третьего порядка
 - c) от второго до n-го порядка
 - d) второго порядка
6. По критерию Сильвестра матрица A называется отрицательно определенной если:
- a) все ее диагональные миноры положительны
 - b) все ее диагональные миноры не отрицательны
 - c) все ее диагональные миноры чередуют знак, начиная с «-»
 - d) все ее диагональные миноры отрицательны

7. Этапы построения модели линейного программирования:

- a) Определение переменной задачи
- b) Сбор статистических данных
- c) Расчет плотности распределения
- d) Представление ограничений в виде уравнений или неравенств
- e) Задание целевой функции

8. Достаточное условие минимума функции $f(X)$, где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$:

- a) $\nabla f(X^*) = 0$ и $H(X^*) > 0$
- b) $\nabla f(X^*) = 0$ и $H(X^*) < 0$
- c) $\nabla f(X^*) < 0$ и $H(X^*) < 0$



d) $\nabla f(X^*) > 0$ и $H(X^*) > 0$

9. Какие из следующих утверждений верны?

a) $\min(-f(\bar{x})) = \max f(\bar{x})$

b) $\max f(\bar{x}) = \min f(-\bar{x})$

c) $\min f(\bar{x}) = -\max f(-\bar{x})$

d) $\max(-f(\bar{x})) = \min f(\bar{x})$

10. Указать, чему равно наибольшее значение функции $y = \frac{1}{x^2}$ на отрезке $[1; 3]$. (1)

11. Указать, чему равно наибольшее значение функции $y = \sin x$ на отрезке $\left[\frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}\right]$. (1)

12. Направление наибыстрейшего возрастания функции $u = x + y^2 + e^{x-y+z}$ в точке $P(1, 2, 1)$ определяется вектором $\text{grad } u$ с координатами ...? (2, 3, 1)

13. Задача:

$$f(\bar{x}) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 - x_2 + x_3 = 8$$

$$2x_1 + x_2 = 7$$

$$x_{1,2,3} \geq 0$$

записана в ... форме? (канонической)


14. Дана симплекс таблица решения задачи линейного программирования на максимум.

Укажите истинное утверждение:

i	Базис	С базиса	A_0	$C_1 = 2$	$C_2 = 4$	$C_3 = 0$	$C_4 = 0$
				x_1	x_2	x_3	x_4
1	x_1	2	5	1	5	0	-2
2	x_3	0	3	0	4	1	0
m+1	Δ_j		10	0	6	0	-4

Вопросы для устных ответов

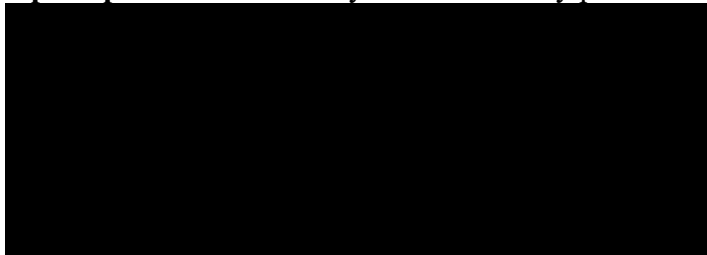
1. Общая характеристика задач оптимизации. Примеры оптимизационных задач. Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации.
2. Постановка различных задач оптимизации. Методы отыскания оптимальных решений.
3. Методы решения задач на экстремум классического анализа для функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия экстремума функции одной переменной.
4. Методы решения задач на экстремум классического анализа для функции нескольких переменных. Необходимые и достаточные условия экстремума функции двух переменных.
5. Условные экстремумы функции нескольких неизвестных. Метод множителей Лагранжа.

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

6. Численные методы решения задач одномерной оптимизации. Метод равномерного поиска с возвратом.
7. Численные методы решения задач одномерной оптимизации. Метод золотого сечения.
8. Описание экономико-математической модели задачи линейного программирования (ЛП). Формы задачи ЛП. Приведение задачи ЛП в каноническую форму.
9. Формы задачи ЛП. Преобразование канонической формы в симметричную.
10. Примеры задач ЛП. Задача планирования производства.
11. Примеры задач ЛП. Задача диеты.
12. Преобразования однократного замещения.
13. Симплексные преобразования.
14. Графическое решение задачи линейного программирования.
15. Алгоритм симплекс-метода. Симплексные таблицы.
16. Первоначальный опорный план. Метод вспомогательной задачи.
17. Первоначальный опорный план. Метод искусственного базиса.
18. Двойственные задачи. Принцип двойственности.
19. Двойственный симплекс метод.
20. Транспортная задача. Методы поиска опорного плана. Метод потенциалов.
21. Численные методы решения задач многомерной оптимизации. Метод градиентного спуска.
22. Метод градиентного наискорейшего спуска.
23. Метод покоординатного спуска.
24. Метод наискорейшего покоординатного спуска.
25. Метод сопряженных градиентов.
26. Постановка задачи динамического программирования.
27. Геометрическая интерпретация задачи динамического программирования.
28. Принцип поэтапного построения оптимального управления.
29. Уравнение Беллмана.
30. Алгоритм решения задачи о минимизации расхода горючего самолетом при наборе высоты и скорости.
31. Алгоритм решения задачи определения кратчайшего расстояния по заданной сети.

Тексты проблемно-аналитических и (или) практических учебно-профессиональных задач

Пример 1. По известному оптимальному решению $X=(2,4; 8,6)$ следующей задачи ЛП.




определить оптимальное решение двойственной задачи.

Построим двойственную задачу:

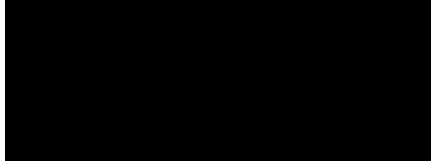
Так как целевая функция максимизируется, все ограничения-неравенства задачи должны быть типа δ .

Умножим третье ограничение на (-1) и воспользуемся правилами построения двойственных задач, приведенными в разделе 2.

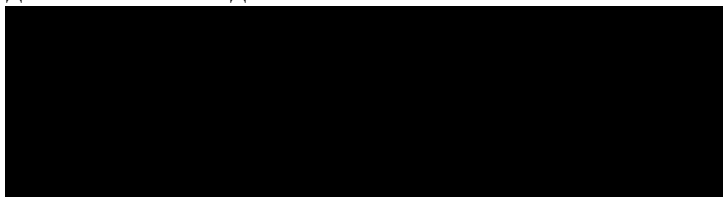
	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

Каждому ограничению прямой задачи ставим в соответствие переменную двойственной задачи.

Все переменные $y_i \geq 0$, так как ограничения прямой задачи неравенства.



Каждой переменной прямой задачи соответствует ограничение– неравенство типа \geq двойственной задачи



Задача (2) является двойственной к задаче (1)

Для нахождения решения задачи (2) используем 2-ю теорему двойственности. Подставим $X=(2,4; 8,6)$ в ограничения исходной задачи:

$$\begin{cases} -3 \cdot 2,4 + 2 \cdot 8,6 = 10 \\ 9 \cdot 2,4 + 4 \cdot 8,6 = 56 \\ -3 \cdot 2,4 - 5 \cdot 8,6 = -50,2 \leq -4 \end{cases} \rightarrow y_3 = 0$$

Видим, что третье ограничение исходной задачи выполняется как строгое неравенство. Тогда согласно условиям (18) второй теоремы двойственности соответствующая этому ограничению переменная y_3 равна нулю.


Так как в оптимальном решении исходной задачи $X=(2,4; 8,6)$ обе компоненты положительны, то в соответствии с условиями (6,15) оба ограничения двойственной задачи оптимальным решением должны обращаться в равенства:

$$\begin{cases} -3y_1 + 9y_2 - 3y_3 = 1 \\ 2y_1 + 4y_2 - 5y_3 = 1 \end{cases}$$

Так как $y_3 = 0$, то для определения оптимального решения двойственной задачи имеем следующую систему уравнений

$$\begin{cases} -3y_1 + 9y_2 = 1 \\ 2y_1 + 4y_2 = 1 \end{cases}$$

Решением этой системы являются $y_1 = 1/6; y_2 = 1/6$. Тогда оптимальным решением

двойственной задачи является вектор . Проконтролировать правильность полученного результата можно по 1 теореме двойственности. Для этого нужно убедиться, что решения $X=(2,4; 8,6)$ и $Y=(1/6; 1/6; 0)$ являются допустимыми решениями (планами) своих задач, а значения критериев совпадают: $F(X)=T(Y)=11$.

Пример 2

1. Задание

Разработать программу, реализующую численные алгоритмы одномерной оптимизации: метод равномерного поиска с возвратом и метод золотого сечения.

2. Теоретические сведения

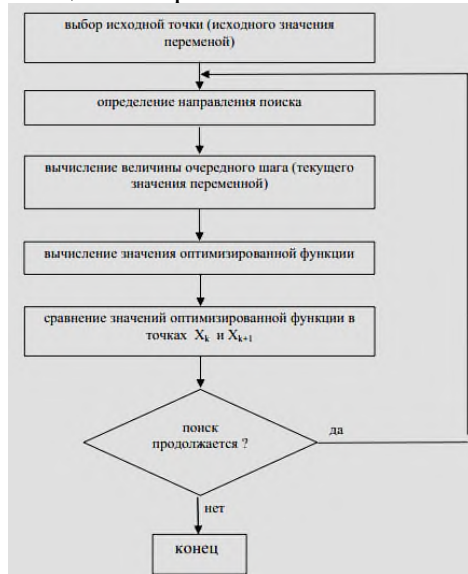
Численные методы разделяются на:



- прямые, при реализации которых не требуется использования производных целевой функции.
- методы, использующие производные целевой функции.

Сущность методов состоит в многошаговом поиске значений оптимизируемой функции приближающихся к экстремальному значению.

Общий алгоритм этой поисковой оптимизации может быть представлен в следующем виде:



В процессе оптимизации одной из основных проблем является выбор величины шага. Слишком малая величина шага делает поиск весьма трудоемким, большой шаг существенно сокращает поиск, но может привести к потере точности результата.

Окончание поиска связывается с некоторой величиной –погрешностью (точностью) определения экстремума и задаваемой перед началом поиска .

Прямые методы

Прямые методы обладают большим достоинством, состоящим в том, что не требуется дифференцируемости целевой функции и целевая функция может быть задана не только аналитически, но и не аналитически (например, в табличной форме).

Недостатками являются требование унимодальности целевой функции в заданном интервале изменения переменной, большое количество вычислений.

Существует несколько видов прямых методов, наиболее употребительными являются:

- метод равномерного поиска или перебора;
- метод поразрядного поиска;
- метод исключения отрезков;
- а) метод деления отрезка пополам (метод дихотомии);
- б) метод золотого сечения;
- в) метод Фибоначчи.

Метод равномерного поиска с возвратом

Суть метода состоит в разбиении интервала поиска $[a, b]$ на n равных частей.

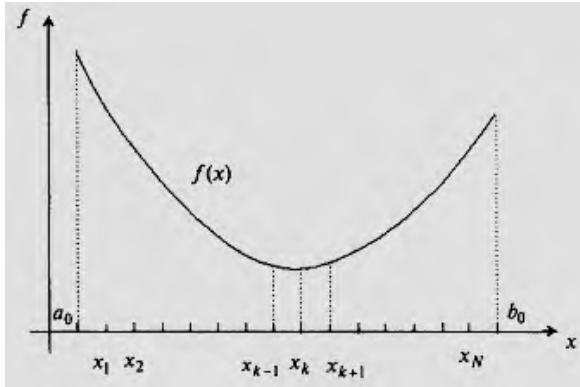
В процессе оптимизации рассматривается множество точек, численное значение которых вычисляемых по формуле

$$x_i = a + \frac{i(b-a)}{n}, \text{ где } i = 0, 1, \dots, n$$



Вычисляя значение целевой функции $F(x_i)$ и проводя их сравнение находят точку x_k ($a \leq x_k \leq b$), в которой целевая функция имеет экстремальное значение.

Искомая точка считается заключенной в интервале $[x_{k-1}; x_k]$



Далее продолжаем проводить поиск экстремума уже на интервале $[x_{k-1}; x_k]$ и с меньшим шагом, до тех пор, пока не достигнем требуемой точности.

Метод золотого сечения

В основе метода лежит принцип деления в пропорциях золотого сечения.

Золотое сечение – деление непрерывной величины на две части в таком отношении, при котором меньшая часть так относится к большей, как большая ко всей величине.

Отношение большей части к меньшей в этой пропорции выражается квадратичной иррациональностью:

$$\varphi = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \approx 1.61803$$

и, наоборот, отношение меньшей части к большей:

$$\frac{1}{\varphi} = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \approx 0.61803$$

Метод относится к последовательным стратегиям. Задается начальный интервал неопределенности и требуемая точность. Алгоритм уменьшения интервала опирается на анализ значений функции в двух точках. В качестве точек вычисления функции выбираются точки золотого сечения. Тогда с учетом свойств золотого сечения на каждой итерации, кроме первой, требуется только одно новое вычисление функции. Условия окончания процесса поиска – длина текущего интервала неопределенности становится меньше установленной величины.

Алгоритм:

Шаг 1. Задать начальный интервал неопределенности $[a, b]$, точность $\varepsilon > 0$.

Шаг 2. Положить $k = 0$.

Шаг 3. Вычислить:

$$y = b - \frac{\sqrt{5} - 1}{2}(b - a); z = a + b - y$$

Шаг 4. Вычислить:

$$f(y); f(z); k = k + 1$$

Шаг 5. Сравнить:



$f(y)$ и $f(z)$

если $f(y) \leq f(z)$, то положить $b = z$

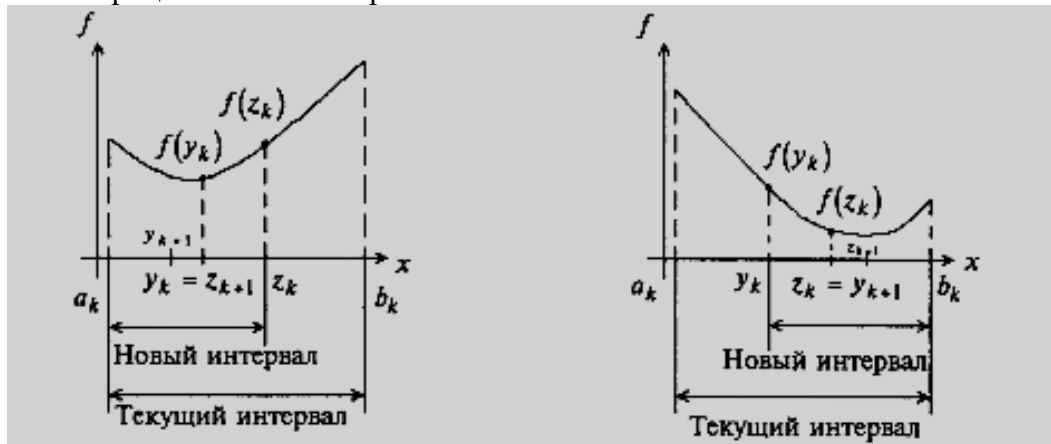
если $f(y) > f(z)$, то положить $a = y$

Шаг 6. Вычислить $\Delta = |a - b|$ и проверить условие окончания:

если $\Delta \geq \varepsilon$, то перейти к шагу 3;

$$x^* = \frac{a+b}{2};$$

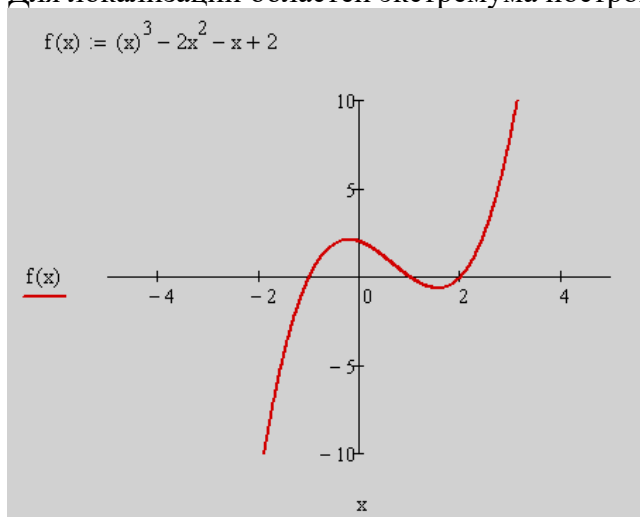
иначе процесс поиска завершается и



3. Пример

Найти методом равномерного поиска с возвратом и методом золотого сечения экстремум (экстремумы) функции $y = x^3 - 2x^2 - x + 2$

Для локализации областей экстремума построим график функции.




Далее составляем программу на языке, С++ или С#.

3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	10
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	<ul style="list-style-type: none"> - требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии


Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> - выделение и понимание проблемы - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения - полнота использования источников - наличие авторской позиции - соответствие ответа поставленному вопросу - использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных - логичность изложения - умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач - умение привести пример - опора на теоретические положения - владение соответствующей терминологией
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Электронные учебные издания

1. Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-1383-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

	Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»
	СМК-ОП .01.1.326-03/23

<https://www.iprbookshop.ru/116448.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/116448>

2. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 272 с. — ISBN 978-5-4487-0322-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/77664.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/77664>
3. Бабеньшев, С. В. Методы оптимизации: учебное пособие / С. В. Бабеньшев, Е. Н. Матеров. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. — 135 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90184.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4.2. Электронные образовательные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (ЭБС IPRbooks) – электронная библиотека по всем отраслям знаний <http://www.iprbookshop.ru>
2. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.

4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – <http://www.garant.ru/>.


4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), Цифровая библиотека IPRsmart (ЦБ IPRsmart), автоматизированная система управления цифровой библиотекой IPRsmart (АСУ ЦБ IPRsmart).

4.5. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ЧОУ ВО АУП. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной	Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами
---	--

	<p>Частное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления и производства»</p>
	<p>СМК-ОП .01.1.326-03/23</p>

работы*	обучения
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебные аудитории оборудованы комплектом специализированной мебели, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийный проектор, экран для проектора, стереоколонки, ноутбук с установленным программным обеспечением и доступом в Интернет, доской, наглядно-учебными пособиями в виде презентаций по дисциплине
Лаборатория статистики	Лаборатория оборудована комплектом специализированной мебели, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийный проектор, экран для проектора, стереоколонки, ноутбук (для преподавателя) с установленным программным обеспечением и доступом в Интернет, компьютеры с установленным программным обеспечением и доступом в Интернет, доска, наглядно-учебные пособия в виде презентаций по дисциплине
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Помещения оснащены: комплектом специализированной мебели, отвечающий всем установленным нормам и требованиям, сканером, принтером, копировальным аппаратом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно - образовательную среду ЧОУ ВО «АУП», ЭБС «IPR-books»

* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.