

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики и предпринимательства

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Методы оптимальных решений

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

38.03.01 - Экономика

---

Направленность образовательной программы

Экономика, международный бизнес и предпринимательство

---

Форма обучения

очная, очно-заочная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.14 Методы оптимальных решений относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1: Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации.</p> <p>УК-1.2: Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки.</p> <p>УК-1.3: Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>УК-1.4: Аргументированно и логично представляет свою точку зрения посредством и на основе системного описания.</p>	<p>УК-1.1: Умеет формулировать исходные данные экономической задачи математическими средствами, оценивать возможности получения дополнительных исходных данных при их недостаточности; Знает основные понятия и правила постановки различных задач оптимизации. Владеет навыками предварительного анализа, постановки и решения разнообразных задач оптимизации.</p> <p>УК-1.2: Умеет выбирать адекватные методы для решения поставленной задачи; анализировать полученные результаты с точки зрения их экономических выводов. Знает возможные варианты результатов решения различных оптимизационных задач. Владеет навыками рациональных методов мышления.</p> <p>УК-1.3: Умеет анализировать</p>	Задачи Тест	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

		<p>исходные данные экономической задачи на достаточность для корректной постановки и решения той или иной оптимизационной задачи. Знает правила построения экономических выводов по результатам математического решения различных задач оптимизации. Владеет навыками анализа результатов решения разнообразных задач оптимизации.</p> <p>УК-1.4: Умеет последовательно и убедительно формулировать экономический результат решения оптимизационных задач. Знает правила построения речевой логической парадигмы. Владеет навыками убеждения.</p>		
ОПК-5: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.	<p>ОПК-5.1: Способен выбрать инструментальные и программные средства для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-5.2: Способен использовать современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач.</p>	<p>ОПК-5.1: Умеет осуществлять целенаправленный выбор методов решения оптимизационных задач в связи с требуемыми из их решений данными; анализировать и интерпретировать полученные результаты с точки зрения экономических выводов. Знает методы решения различных вариантов задач оптимизации и их математические модели. Владеет навыками использования классических математических моделей оптимизационных задач экономики и выработки на основе их решения обоснованных управленческих решений.</p>	Задачи Тест	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи



Тема 1 Введение в оптимизацию и некоторые сведения из аналитической геометрии на плоскости и в n-мерном пространстве. Понятие о задачах оптимизации. Пример постановки простой плоской задачи экономической оптимизации. Уравнения прямой на плоскости: общее, с угловым коэффициентом, «в отрезках». Замкнутая выпуклая область, её угловые и другие точки. Задачи выпуклого и линейного программирования (ЛП).	17	17	4	2	1	1	5	3	12	14
Тема 2 Методы нелинейной оптимизации. Необходимые условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности. Задачи на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Условия регулярности. Теорема Каруша-Куна-Таккера. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Применение Excel для решения задач оптимизации.	27	27	9	4	4	2	13	6	14	21
Тема 3 Линейные математические модели в экономических исследованиях. Экономические задачи. Общий вид математической модели задачи ЛП. Различные формы задач линейного программирования. Графический метод решения задач ЛП. Симплекс-метод.	26	26	6	4	4	2	10	6	16	20
Тема 4 Теория двойственности в задачах линейного программирования Построение двойственной задачи, ее экономическая интерпретация. Совместное решение прямой и двойственной задачи. Теоремы двойственности, теорема Куна-Таккера в форме двойственности; экономические интерпретации вектора Куна-Таккера; примеры, иллюстрирующие теорию. Обзор основных результатов и методов теории конечномерной оптимизации.	36	36	9	6	5	3	14	9	22	27
Аттестация	36	36								
КСР	2	2					2	2		
Итого	144	144	28	16	14	8	44	26	64	82

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение в оптимизацию и некоторые сведения из аналитической геометрии на плоскости и в n-мерном пространстве. Понятие о задачах оптимизации. Пример постановки простой плоской задачи экономической оптимизации. Уравнения прямой на плоскости: общее, с угловым коэффициентом, «в отрезках». Замкнутая выпуклая область, её угловые и другие точки. Задачи выпуклого и линейного программирования (ЛП).

Тема 2. Методы нелинейной оптимизации. Необходимые условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности. Задачи на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Условия регулярности. Теорема Каруша-Куна-Таккера. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Применение Excel для решения задач оптимизации.

Тема 3. Линейные математические модели в экономических исследованиях. Экономические задачи. Общий вид математической модели задачи ЛП. Различные формы задач линейного программирования. Графический метод решения задач ЛП. Симплекс-метод.

Тема 4. Теория двойственности в задачах линейного программирования Построение двойственной задачи, ее экономическая интерпретация. Совместное решение прямой и двойственной задачи. Теоремы двойственности, Анализ чувствительности задачи ЛП.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Цель самостоятельной работы - подготовка и формирование способностей, навыков, умений и владений обучающихся к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию. Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Виды самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой;
- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- самостоятельное изучение тем дисциплины;
- подготовка к экзамену;
- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Работа с основной и дополнительной литературой.

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Работа с литературой предусматривает конспектирование наиболее важных и познавательных материалов. Это не только мобилизует внимание, но и способствует более глубокому осмыслению материала, его лучшему запоминанию, а также позволяет студентам проводить систематизацию и сравнительный анализ изучаемой информации. Таким образом, конспектирование – важная форма самостоятельного труда, которая требует от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую литературу для учебной и научной работы, уметь обращаться с предметными каталогами и библиографическим справочником библиотеки.

Изучение понятийного аппарата дисциплины.

Изучение понятийного аппарата дисциплины и осмысление необходимой строгости определений требует проработки лекционного материала, выполнения практических заданий, изучения словарей, энциклопедий, справочников.

Индивидуальная самостоятельная работа студента направлена на овладение и грамотное применение математической и экономической терминологии, терминологии из области компьютерного моделирования.

Самостоятельное изучение тем дисциплины.

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, умений и навыков, всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов определенной темы направлено на углубление понимания и, значит, усвоение теории, осознание смысла математических моделей, их связей с экономическими процессами, совершенствование навыка анализа теоретического и эмпирического материала.

Подготовка к экзамену.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проходит в виде экзамена. Условием

успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение семестра. В этом случае подготовка к экзамену является систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

Рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы.

Желательно спланировать краткий трехкратный просмотр материала перед экзаменом. Во-первых, внимательное чтение с осмыслением, подчеркиванием и составлением краткого плана ответа. Во-вторых, повторная проработка наиболее сложных вопросов. В-третьих, быстрый просмотр материала или планов ответов для его систематизации в памяти.

Самостоятельная работа в библиотеке.

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Эта работа предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на научном абонементе;
- б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
- в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;
- г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Необходимо помнить об оформлении ссылок на Интернет-источники.

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов преподавателю целесообразно использовать следующие виды деятельности:

- консультации,
- выдача заданий на самостоятельную работу,
- информационное обеспечение обучения,
- контроль качества самостоятельной работы студентов.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

1. Фирма производит три вида продукции А, В, С, для выпуска каждой из которых требуется определённое время обработки на всех четырёх устройствах 1, 2, 3, 4.

Вид продукции	Время обработки (ч)				Прибыль (y.e.)
	1	2	3	4	
А	1	3	1	2	3
В	6	1	3	3	6
С	3	3	2	4	4

Пусть время работы на устройствах - соответственно 84, 42, 21 и 42 ч. Предполагается, что рынок сбыта для каждого продукта не ограничен; временем, требуемым для переключения устройства в зависимости от вида продукции, можно пренебречь. Требуется представить математическую постановку задачи максимизации прибыли.

2. Для серийного изготовления детали механический цех может использовать пять различных технологий обработки на токарном, фрезерном, строгальном и шлифовальном станках. В таблице указано время (в минутах) обработки детали на каждом станке в зависимости от технологического способа, а также общий ресурс рабочего времени каждого станка за смену.

Станки	Технологические способы					Ресурс времени станков (мин)
	1	2	3	4	5	
Токарный	2	1	3	0	1	4100
Фрезерный	1	0	2	2	1	2000
Строгальный	1	2	0	3	2	5800
Шлифовальный	3	4	2	1	1	10800

Требуется представить математическую постановку задачи определения технологии, максимизирующей выпуск.



3. Для производства тканей четырех артикулов используется два вида сырья - синтетическая и шерстяная пряжа. Запасы сырья составляют 40 и 30 кг соответственно. Нормы затрат каждого сырья на единицу продукции даны в таблице:

Сырье	Артикул			
	1	2	3	4
Синтетическая пряжа (кг/м)	2	1	1	0
Шерстяная пряжа (кг/м)	1	1	3	1

Цены единицы продукции составляют 4, 3, 6, 1 тыс. руб/м соответственно. Построить математическую модель производства, максимизирующую суммарный доход.

4. Семья из 10 человек обеспечивает потребность в витаминах А, В, С закупкой абрикосов и яблок по цене соответственно 90 и 30 руб. за кг. Содержание витаминов в продуктах (в миллиграммах на килограмм продукта) указано в таблице:

Продукт	Витамины		
	А	В	С
Абрикосы	2	1	1
Яблоки	1	1	3

Ежедневная потребность в витаминах составляет 0.2, 0.5 и 0.8 мг соответственно. Построить математическую модель плана закупок продуктов наименьшей стоимости.

5. Руководство некоторой фирмы решило инвестировать 50 000 долларов в три коммерческих проекта А, В и С, экономический эффект от которых 1,6; 1,5 и 1,4 соответственно. Исследования показали, что в связи с риском в проект А необходимо вкладывать не более половины средств, чем в проект В и С вместе, а соотношение капитала, вложенного в проекты В и С, не должно превышать 2:3. Составить модель задачи, при помощи которой возможно распределить финансовые средства в каждый проект для получения максимального дохода.
6. Предприятие выпускает два вида продукции, используя два вида ресурсов. А – матрица норм затрат ресурсов, В – запасы ресурсов, С – прибыль на единицу продукции. Составить модель и найти решение задачи планирования выпуска продукции, обеспечивающего получение предприятием максимальной прибыли. Для решения задачи использовать графический способ.

$$1. A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 10 \\ 24 \end{pmatrix} \quad C = (6 \quad 12)$$

$$2. A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 6 \\ 12 \end{pmatrix} \quad C = (8 \quad 6)$$

$$3. A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 10 \\ 24 \end{pmatrix} \quad C = (18 \quad 20)$$

$$4. A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 20 \\ 12 \end{pmatrix} \quad C = (15 \quad 18)$$

$$5. A = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 12 \\ 30 \end{pmatrix} \quad C = (15 \quad 12)$$

7. Привести к канонической форме записи задачу, заданную в стандартной форме.

1. 
$$\begin{cases} x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 \leq 6 \\ x_1 + x_2 + x_4 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = 3x_1 - 2x_2 - x_3 + x_4 \rightarrow \max$$
2. 
$$\begin{cases} x_1 - x_2 + 3x_4 \geq 2 \\ 2x_2 + x_3 - x_4 \geq 2 \\ x_1 - 4x_2 + x_4 \geq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = x_1 - 2x_2 - 3x_3 + x_4 \rightarrow \max$$
3. 
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 - 3x_4 \leq 3 \\ 2x_1 + x_3 + 3x_4 \leq 5 \\ x_1 + 4x_2 - x_3 + x_4 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = 3x_1 - x_2 + 3x_3 + x_4 \rightarrow \min$$
4. 
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_4 \geq 6 \\ 2x_1 + x_3 - 3x_4 \geq 7 \\ x_1 + 4x_2 + x_4 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = 3x_1 - x_2 + 3x_3 + x_4 \rightarrow \min$$
5. 
$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 4x_3 - 2x_4 \leq 5 \\ 2x_2 + x_3 - x_4 \leq 3 \\ x_1 + 3x_3 + x_4 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 \rightarrow \max$$

8. Привести к стандартной форме записи задачу, заданную в канонической форме.

1. 
$$\begin{cases} x_1 - 2x_3 + 2x_4 - x_5 = 2 \\ x_1 + x_2 + 4x_3 + x_5 = 6 \\ -x_1 + 2x_2 + 3x_4 = 4 \end{cases}$$
  
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0 \quad f(x) = 2x_1 - 3x_3 + 2x_5 + 4 \rightarrow \max$
2. 
$$\begin{cases} 2x_1 + 7x_2 + 3x_3 + x_4 = 6 \\ 3x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 2x_4 = 4 \\ x_1 + 4x_2 + x_3 + 7x_4 = 2 \end{cases}$$
  
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \quad f(x) = 4x_1 + 10x_2 + x_3 + 7x_4 - 2 \rightarrow \max$
3. 
$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + x_4 = 1 \\ 4x_1 - 6x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 2 \\ 2x_1 - 3x_2 - x_3 = 2 \end{cases}$$
  
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \quad f(x) = 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 + x_4 \rightarrow \max$
4. 
$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + 5x_3 + 7x_4 = 1 \\ 4x_1 - 6x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 2 \\ 2x_1 - 3x_2 - x_3 - x_4 = 1 \end{cases}$$
  
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \quad f(x) = 2x_1 - 5x_2 + 3 \rightarrow \min$
5. 
$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 - 3x_5 = 4 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 + x_4 - 8x_5 = 3 \\ x_2 + x_3 - 4x_5 = -4 \end{cases}$$
  
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0 \quad f(x) = x_1 + x_2 - x_3 - 3x_4 - 7x_5 \rightarrow \max$

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

1. Предприятие располагает 3 видами ресурсов и выпускает 4 вида продукции. Удельный расход каждого вида ресурса, максимально возможный расход ресурсов в течение месяца, доход от реализации единицы каждого вида продукции заданы матрицами А, В и С соответственно. Необходимо:
  - а) составить математическую модель задачи определения ассортиментного плана производства, при котором расход ресурсов не превосходит его запасов, а суммарная прибыль от реализации производственной продукции будет максимальной (известно, что сбыт обеспечен);
  - б) привести задачу к каноническому виду;
  - в) найти симплексным методом оптимальный ассортиментный план производства.
  - г) поставить и решить двойственную задачу.

$$1. \quad A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 1 & 4 & 0 \\ 2 & 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 34 \\ 16 \\ 22 \end{pmatrix} \quad C = (7 \quad 3 \quad 4 \quad 2)$$

$$2. \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 3 & 2 \\ 4 & 2 & 0 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 180 \\ 210 \\ 800 \end{pmatrix} \quad C = (9 \quad 6 \quad 4 \quad 7)$$

$$3. \quad A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 4 & 2 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 120 \\ 330 \\ 960 \end{pmatrix} \quad C = (4 \quad 7 \quad 9 \quad 6)$$

$$4. \quad A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 4 & 2 & 0 & 8 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 28 \\ 30 \\ 32 \end{pmatrix} \quad C = (1 \quad 1 \quad 0 \quad 5)$$

$$5. \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 4 \\ 0 & 3 & 3 & 5 \\ 0 & 4 & 8 & 2 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 14 \\ 15 \\ 16 \end{pmatrix} \quad C = (0 \quad 1 \quad 1 \quad 3)$$

2. Решить задачу М-методом.

1. 
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 8 \\ x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ 2x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f = 2x_1 + x_2 \rightarrow \min$$
2. 
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 8 \\ 3x_1 + x_2 \geq 6 \\ 2x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$
3. 
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 9 \\ x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f = 2x_1 + 6x_2 \rightarrow \min$$
4. 
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 8 \\ x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ 2x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f = 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$$
5. 
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 8 \\ 3x_1 + x_2 \geq 6 \\ 2x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f = x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрирована большая часть основных умений и навыков. Решены все типовые задачи с негрубыми ошибками и недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы некоторые умения и навыки. Решена большая часть типовых задач с негрубыми ошибками и недочетами.
неудовлетворительно	Задачи не решены или решены неверно. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения и навыки. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Решение всех задач отсутствует. Невозможность оценить наличие умений и навыков вследствие несданной контрольной работы.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Задача математического программирования является линейной, если \*

- ☐ целевая функция линейная
- ☐ все ограничения линейные
- ☐ среди ограничений если линейные
- ☐ целевая функция и все ограничения линейные

Объективно обусловленные оценки ресурсов показывают \*

- ☐ цены, по которым можно продать произведенную продукцию
- ☐ изменение оптимальной выручки при изменении запаса соответствующего ресурса на единицу
- ☐ затраты на производство продукции
- ☐ превышение затрат на ресурсы над ценой реализации

В двойственной задаче линейного программирования количество основных переменных равно

- ☐ числу основных переменных прямой задачи
- ☐ числу дополнительных переменных прямой задачи
- ☐ числу ограничений прямой задачи
- ☐ числу ограничений двойственной задачи

Задача линейного программирования имеет канонический вид, если \*

- ☐ все переменные неотрицательны
- ☐ система ограничений может содержать уравнения
- ☐ система ограничений содержит только уравнения
- ☐ система ограничений не содержит дополнительных переменных

Основные переменные двойственной задачи линейного программирования определяют \*

- ☐ разность между запасами ресурсов и их потреблением
- ☐ разность между стоимостью ресурсов, затрачиваемых для производства единицы продукции и ц...
- ☐ степень дефицитности ресурсов
- ☐ оптимальный план производства
- ☐ объективно-обусловленные оценки ресурсов



Дополнительные переменные двойственной задачи линейного программирования определяют \*

- ☐ разность между запасами ресурсов и их потреблением
- ☐ разность между стоимостью ресурсов, затрачиваемых для производства единицы продукции и ц...
- ☐ степень дефицитности ресурсов
- ☐ оптимальный план производства
- ☐ объективно-обусловленные оценки ресурсов

Основные переменные прямой задачи линейного программирования определяют \*

- ☐ разность между запасами ресурсов и их потреблением
- ☐ разность между стоимостью ресурсов, затрачиваемых для производства единицы продукции и ц...
- ☐ степень дефицитности ресурсов
- ☐ оптимальный план производства
- ☐ объективно-обусловленные оценки ресурсов

Дополнительные переменные исходной задачи линейного программирования определяют \*

- ☐ разность между запасами ресурсов и их потреблением
- ☐ разность между стоимостью ресурсов, затрачиваемых для производства единицы продукции и ц...
- ☐ степень дефицитности ресурсов
- ☐ оптимальный план производства
- ☐ объективно-обусловленные оценки ресурсов

Алгоритм симплексного метода начинается с

- ☐ нахождения первого опорного плана
- ☐ нахождения первого базисного решения
- ☐ нахождения оптимального плана
- ☐ нахождения псевдоплана

На каждой последующей итерации симплексного метода задачи линейного программирования на максимум значение целевой функции

- ☐ возрастает
- ☐ убывает
- ☐ не возрастает
- ☐ не убывает

#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

Минимальное значение функции  $f=x_1-3x_2$  при ограничениях  $x_1+2x_2\leq 4$ ;  $x_1\geq 0$ ;  $x_2\geq 0$  равно

- ☐ -6
- ☐ -12
- ☐ -16
- ☐ 3

По представленной симплексной таблице при решении задачи на максимум определите какую переменную следует ввести в базис:

БП	С <sub>Б</sub>	A <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
			2	1	0	0	0	0
X <sub>3</sub>	0	4	-2	3	1	0	0	0
X <sub>5</sub>	0	3	2	-1	0	1	0	0
X <sub>4</sub>	0	2	0	-3	0	0	1	0
X <sub>6</sub>	0	1	3	0	0	0	0	1

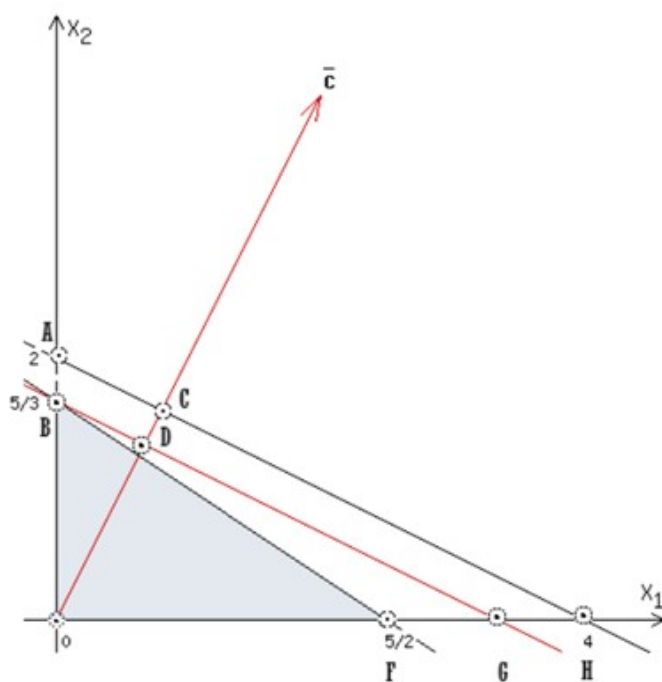
☐ x<sub>1</sub>

☐ x<sub>2</sub>

☐ x<sub>3</sub>

☐ x<sub>4</sub>

Укажите точку максимума для задачи линейного программирования, представленной на рисунке \*



Дана прямая задача линейного программирования. Основными и дополнительными переменными двойственной задачи будут

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 9 \\ x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 + 3x_2 \leq 3 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

- ☐  $y_1, y_2$  - основные,  $y_3, y_4, y_5, y_6$  - дополнительные
- ☐  $y_1, y_2, y_3, y_4$  - основные,  $y_5, y_6$  - дополнительные
- ☐  $y_5, y_6$  - основные,  $y_1, y_2, y_3, y_4$  - дополнительные
- ☐  $y_3, y_4, y_5, y_6$  - основные,  $y_1, y_2$  - дополнительные

\*\*\*

Симплекс-таблица содержит результат решения задачи производственного планирования выпуска двух видов продукции из 4 видов ресурсов. Отметьте реальные границы изменения коэффициента при переменной  $x_1$  в целевой функции, при котором найденный план останется оптимальным. \*

БП	СБ	A <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
			3	3	0	0	0	0
X <sub>6</sub>	0	3	0	0	3/4	-9/4	0	1
X <sub>2</sub>	3	3	0	1	1/2	-1/2	0	0
X <sub>5</sub>	0	6	0	0	-3/2	3/2	1	0
X <sub>1</sub>	3	5	1	0	-1/4	3/4	0	0

- ☐ от -1 до 3
- ☐ от 2 до 6
- ☐ от -1 до 4
- ☐ от -1 до 1

Дана прямая задача линейного программирования. Сумма коэффициентов при неизвестных в третьем ограничении двойственной задачи равна

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 4 \\ 4x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 + 2x_2 \leq 4 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = 3x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

☐ 8

☐ 15

☐ 11

☐ 6

☐ 3

Симплекс-таблица содержит результат решения задачи производственного планирования выпуска двух видов продукции из 4 видов ресурсов. Отметьте те пределы, в которых может меняться запас первого ресурса, при котором найденный план останется оптимальным. \*

БП	СБ	A <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
			1	2	0	0	0	0
X <sub>6</sub>	0	3	0	0	1/2	-3/4	0	1
X <sub>2</sub>	2	2	0	1	1/4	-3/2	0	0
X <sub>5</sub>	0	3	0	0	-1/2	3/2	1	0
X <sub>1</sub>	1	4	1	0	-1/4	1/4	0	0

☐ от -6 до 6

☐ от -8 до 6

☐ от -6 до 16

☐ от -8 до 16

Дана матрица взаимозаменяемости ресурсов. Сколько единиц ресурса 1 необходимо дополнительно приобрести, чтобы компенсировать уменьшение ресурса 2 на единицу? \*

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 5 & 0 \\ \infty & 4 & 1 & - \\ \infty & \infty & - & 1 \end{pmatrix}$$

- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ ресурсы невзаимозаменяемые

При решении задачи линейного программирования получена симплекс-таблица. Далее \* следует

БП	СБ	A <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
			7	5	0	0	0	0
X <sub>3</sub>	0	7	0	-3	1	0	0	-2/3
X <sub>4</sub>	0	1	0	-1	0	1	0	-2/3
X <sub>5</sub>	0	15	0	-3	0	0	1	0
X <sub>1</sub>	7	6	1	0	0	0	0	1/3

- ☐ используя критерий оптимальности, записать полученное решение
- ☐ используя критерий неразрешимости, сделать вывод, что задача не имеет решения
- ☐ используя критерий улучшения решения, перейти к следующей итерации
- ☐ исключить переменные x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub> и x<sub>5</sub> из таблицы

Дана прямая задача линейного программирования. Сумма коэффициентов при неизвестных в первом ограничении двойственной задачи равна

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 4 \\ 4x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 + 2x_2 \leq 4 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad f(x) = 3x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

☐ 8

☐ 15

☐ 11

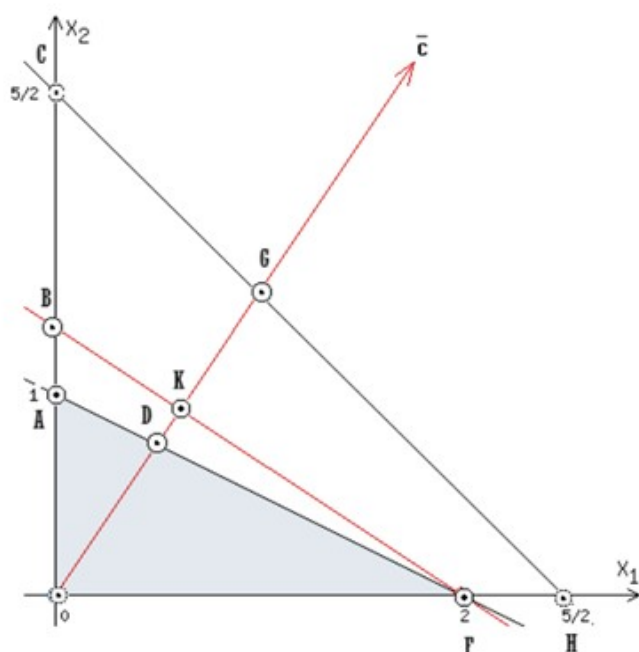
☐ 6

☐ 3

...

Укажите точки в порядке убывания целевой функции для задачи линейного программирования, представленной на рисунке

★



### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильный ответ дан более, чем на 70 % вопросов.
не зачтено	Правильный ответ дан менее, чем на 70 % вопросов.

Оценка	Критерии оценивания

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач



### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Общая постановка конечномерной задачи оптимизации
2. Примеры постановок оптимизационных задач в экономике
3. Виды экстремумов.
4. Задача безусловной оптимизации. Необходимые условия локальной оптимальности.
5. Задача безусловной оптимизации. Достаточные условия локальной оптимальности.
6. Задача условной оптимизации
7. Задача математического программирования.
8. Задача выпуклого программирования.
9. Задача линейного программирования.

10. Геометрическая интерпретация двумерной задачи условной оптимизации.
11. Графический метод решения задач математического программирования.
12. Функция Лагранжа. Правило множителей.
13. Частные случаи правила множителей.
14. Теорема регулярности.
15. Теорема Куна-Таккера.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-5**

1. Экономические интерпретации вектора Куна-Таккера.
2. Построение двойственной задачи к задаче линейного программирования.
3. Возможные интерпретации двойственной задачи и двойственных переменных (на примере задачи линейного программирования).
4. Основная теорема двойственности.
5. Формы записи задачи линейного программирования.
6. Графический метод решения задачи линейного программирования.
7. Теорема двойственности в задачах линейного программирования.
8. Решение задач линейного программирования на основе теории двойственности.
9. Симплекс-метод: основные понятия (опорная точка, базис опорной точки).
10. Симплекс-метод: параметры симплекс метода.
11. Симплекс-метод: правило оптимальности
12. Симплекс-метод: правило отсутствия решения.
13. Симплекс-метод: правило перехода к новой вершине.
14. Организация ручного счета по симплекс-методу (симплекс-таблицы).
15. Метод искусственного базиса.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

**5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1**

**Задача 1.**

Преобразовать к основной, стандартной и канонической формам

$$\begin{aligned} 4x_1 + x_2 + 3x_3 &\rightarrow \max, \\ \begin{cases} 2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq 1 \\ 2x_1 + x_3 + x_3 = 2 \\ 3x_2 + x_3 \leq 4 \end{cases} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

**Задача 2.**

Используя геометрические построения, найти решение

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &\rightarrow \max, \\ \begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 7 \\ x_1 - 3x_2 \leq 6 \end{cases} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2 \end{aligned}$$

**Задача 3.**

Построить двойственную задачу

---

$$\begin{aligned} 17x_1 - 5x_2 + x_3 + x_4 - 8x_5 &\rightarrow \max, \\ \begin{cases} 3x_1 - 5x_2 + x_3 + x_4 - 8x_5 \leq 11 \\ x_1 - 5x_2 - 5x_3 + x_4 + 2x_5 \geq -8, \\ x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 - x_5 = 4 \end{cases} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5. \end{aligned}$$

#### Задача 4.

Используя теоремы двойственности и геометрические построения, найти решение.

$$\begin{aligned} 7x_1 + x_3 - 4x_4 &\rightarrow \max, \\ \begin{cases} x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 \leq 6 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 \leq -1 \end{cases} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4 \end{aligned}$$

#### Задача 5.

Определить, имеются ли среди указанных точек решения задач линейного программирования.

$$\begin{aligned} -2x_1 + 3x_2 + x_3 &\rightarrow \max, \\ \begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 - x_4 \leq 3 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \leq -1 \\ -5x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \leq -3 \end{cases} \quad \begin{matrix} x_1 = (1, 3, 0, 3) & x_2 = (0, -1, 3, 2) & x_3 = (5, 0, -6, 0) \end{matrix} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4 \end{aligned}$$

### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-5

#### Задача 1.

Фирма производит три вида продукции  $A, B, C$ , для выпуска каждой из которых требуется определённое время обработки на всех четырёх устройствах 1, 2, 3, 4.

Вид продукции	Нормы затрат сырья на одно изделие (т)				Прибыль (усл.ед)
	1	2	3	4	
A	1	3	1	2	3
B	6	1	3	3	6
C	3	3	2	4	4

Пусть время работы на устройствах - соответственно 84, 42, 21 и 42 ч. Предполагается, что рынок сбыта для каждого продукта не ограничен; временем, требуемым для переключения устройства в зависимости от вида продукции, можно пренебречь.

Требуется представить математическую постановку задачи максимизации прибыли.

#### Задача 2.

При составлении суточного рациона кормления скота можно использовать сено свежее (не более 50 кг) и силос (не более 85 кг). Рацион должен обладать определенной питательностью (число кормовых единиц не менее 30) и содержать питательные вещества: белок (не менее 1 кг), кальций (не менее 100 г) и фосфор (не менее 80 г). В таблице приведены данные о содержании указанных компонентов в 1 кг каждого продукта питания и стоимость этих продуктов.



Продукт	Количество кормовых единиц	Белок, г/кг	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг	Стоимость 1 кг, руб.
Сено свежее	0,5	40	1,25	2	1,2
Силос	0,5	10	2,5	1	0,8

**Задача 3.**

Для серийного изготовления детали механический цех может использовать пять различных технологий обработки на токарном, фрезерном, строгальном и шлифовальном станках. В таблице указано время (в минутах) обработки детали на каждом станке в зависимости от технологического способа, а также общий ресурс рабочего времени каждого станка за смену.

Станки	Технологические способы					Ресурс времени станков (мин)
	1	2	3	4	5	
Токарный	2	1	3	0	1	4100
Фрезерный	1	0	2	2	1	2000
Строгальный	1	2	0	3	2	5800
Шлифовальный	3	4	2	1	1	10800

Требуется представить математическую постановку задачи определения технологии, максимизирующей выпуск.

**Задача 4.**

Обработка деталей *A* и *B* может производиться на трех станках. Причем каждая деталь при ее изготовлении должна последовательно обрабатываться на каждом из станков. Прибыль от реализации детали *A* - 100 ден. ед., детали *B* - 160 ден. ед. Исходные данные приведены в таблице. Определить производственную программу, максимизирующую прибыль при условии: спрос на деталь *A* не менее 300 шт., на деталь *B* - не более 200 шт.

Станок	Норма врем. на обраб. одной детали, ч		Время раб. станка, ч
	<i>A</i>	<i>B</i>	
1	0,2	0,1	100
2	0,2	0,5	180
3	0,1	0,2	100

**Задача 5.**

Фирма производит три вида продукции *A*, *B*, *C*, для выпуска каждой из которых требуется определенное время обработки на всех четырех устройствах 1, 2, 3, 4.

Вид продукции	Время обработки (ч.)				Прибыль (усл.ед.)
	1	2	3	4	
<i>A</i>	1	3	1	2	3
<i>B</i>	6	1	3	3	6
<i>C</i>	3	3	2	4	4

Пусть время работы на устройствах - соответственно 84, 42, 21 и 42 ч. Определить, какую продукцию и в каких количествах следует производить. (Предполагается, что рынок сбыта для каждого продукта не ограничен; временем, требуемым для переключения устройства в зависимости от вида продукции, можно пренебречь. Требуется рассмотреть задачу максимизации прибыли).

**Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продемонстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи.

Оценка	Критерии оценивания
	Выполнены все задания, в полном объеме, без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрирована большая часть основных умений и навыков. Решены все типовые задачи с негрубыми ошибками и недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы некоторые умения и навыки. Решена большая часть типовых задач с негрубыми ошибками и недочетами.
неудовлетворительно	Задачи не решены или решены неверно. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения и навыки. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Решение всех задач отсутствует. Невозможность оценить наличие умений и навыков вследствие несданной контрольной работы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Зенков А. В. Методы оптимальных решений / Зенков А. В. - Москва : Юрайт, 2022. - 201 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/493325> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-05377-7 : 549.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=787634&idb=0>.
2. Шелехова Л. В. Методы оптимальных решений / Шелехова Л. В. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 304 с. - Рекомендовано УМО вузов России по образованию в области финансов, учета и мировой экономики в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Экономика». - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-2165-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799482&idb=0>.
3. Белоконь Т. В. Математика для экономистов (Методы оптимальных решений. Эконометрика. Теория вероятностей и математическая статистика) : учебное пособие / Белоконь Т. В. - Донецк : ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2019. - 125 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ДонНУЭТ имени Туган-Барановского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=754063&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Амагаева Ю. Г. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Методы оптимальных решений»

- для обучающихся по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент / Амагаева Ю. Г., Колесникова О. В. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. - 66 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СПбГАУ - Экономика и менеджмент., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=779154&idb=0>.
2. Слиденко А. М. Методы оптимальных решений в примерах и задачах : учебное пособие / Слиденко А. М. - Воронеж : ВГАУ, 2015. - 162 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ВГАУ - Экономика и менеджмент., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=780978&idb=0>.
3. Набатова Д. С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений / Набатова Д. С. - Москва : Юрайт, 2022. - 292 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489303> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-02699-3 : 749.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786041&idb=0>.
4. Мастяева Ирина Николаевна. Методы оптимальных решений : Учебник / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. - 1. - Москва : ООО "КУРС", 2023. - 382 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-905554-24-7. - ISBN 978-5-16-103557-3. - ISBN 978-5-16-011361-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=836813&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.unn.ru/rus/books/table.html>
2. <http://elibrary.ru/>
3. <http://e.lanbook.com/>
4. <http://www.znaniyum.com/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 38.03.01 - Экономика.

Автор(ы): Тутынина Ольга Игоревна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Болдыревский Павел Борисович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.12.2023, протокол № 6.