

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 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

2023 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:</p> <p>Умеет формулировать исходные данные экономической задачи математическими средствами, оценивать возможности получения дополнительных исходных данных при их недостаточности;</p> <p>Знает основные понятия и правила постановки различных задач оптимизации.</p> <p>Владеет навыками предварительного анализа, постановки и решения разнообразных задач оптимизации.</p> <p>УК-1.2:</p> <p>Умеет выбирать адекватные методы для решения поставленной задачи; анализировать полученные результаты с точки зрения их экономических выводов.</p> <p>Знает возможные варианты результатов решения различных оптимизационных задач.</p> <p>Владеет навыками рациональных методов мышления.</p> <p>УК-1.3:</p> <p>Умеет анализировать исходные данные</p>	Задачи	<p>Экзамен:</p> <p>Задачи</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>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> <p>ОПК-5.2: Умеет осуществлять выбор и правильное использование современных информационных</p>	Задачи	<p>Экзамен: Задачи Контрольные вопросы</p>

		технологии и программных средств решения оптимизационных задач. Знает способы использования программных средств для решения различных вариантов задач оптимизации. Владеет навыками использования современных информационных технологий для решения задач оптимизации.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	28	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	14	8
- КСР	2	2
самостоятельная работа	64	82
Промежуточная аттестация	36 экзамен	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
	очная	очно-заочная	очная	очно-заочная	очная	очно-заочная	очная	очно-заочная	очная	очно-заочная

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

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Задача 1.

Для производства четырех видов изделий *A, B, C, D* используется сырье типа I, II, III, причем закупки сырья ограничены возможностями поставщиков. В таблице приведены нормы затрат сырья, доступный объем ресурсов, а также удельная прибыль от единицы продукции.

Тип сырья	Нормы затрат сырья на одно изделие (т)				Доступный объем ресурсов (т)
	A	B	C	D	
I	3	6	3	0	180
II	6	2	0	6	210
III	2	3	5	7	112
Удельная	45	60	21	14	

прибыль от единицы продукции (у.е.)					
--	--	--	--	--	--

Требуется:

Дать математическую постановку задачи.

Задача 2.

Трамвайно-троллейбусное управление имеет потребность в водителях в различное время суток, указанную в таблице:

Время	Потребность в водителях
2–6	10
6–10	40
10–14	40
14–18	60
18–22	70
22–02	20

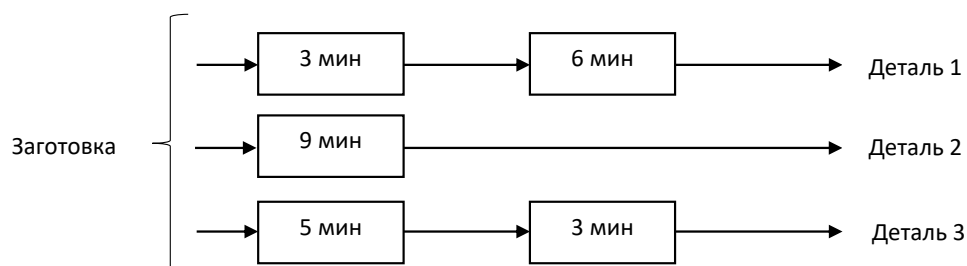
Каждый водитель работает 8 часов без перерыва и приступает к работе в начале какого-либо периода. Водителям, заступающим в период с 22 до 02 и с 2 до 6 часов, зарплата выплачивается в двойном размере.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 3.

Цех выпускает три вида деталей, которые изготавливаются на двух станках. На рисунке показана технологическая схема изготовления детали каждого вида с указанием времени ее обработки на станках.



Задан суточный ресурс рабочего времени каждого станка: 870 минут для станка 1, 900 минут для станка 2. Стоимость одной детали вида 1, 2 и 3 составляет 3, 1 и 2 у.е. соответственно. Требуется составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 4.

Строителям требуются распилить 660 четырехметровых досок на комплекты, каждый из которых состоит из 2 досок длиной 1,5 м и 5 досок длиной 0,6 м.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 5.

Для рытья котлована объемом 1320 м^3 строители получили 3 экскаватора. Мощный экскаватор производительностью $22,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ расходует в час 10 л бензина. Аналогичные характеристики среднего экскаватора – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 4 л/ч, малого – $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 2 л/ч. Экскаваторы могут работать все одновременно, не мешая друг другу. Запас бензина ограничен и равен 550 л. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 6.

Для производства четырех видов изделий A, B, C, D используется сырье типа I, II, III, причем закупки сырья ограничены возможностями поставщиков. В таблице приведены нормы затрат сырья, доступный объем ресурсов, а также удельная прибыль от единицы продукции.

Тип сырья	Нормы затрат сырья на одно изделие (т)				Доступный объем ресурсов (т)
	A	B	C	D	
I	2	4	5	3	128
II	3	0	4	1	130
III	3	5	0	2	142
Удельная прибыль от единицы продукции (y.e.)	34	32	28	36	

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 7.

Трамвайно-троллейбусное управление имеет потребность в водителях в различное время суток, указанную в таблице:

Время	Потребность в водителях
2–6	20

6–10	60
10–14	60
14–18	50
18–22	40
22–02	10

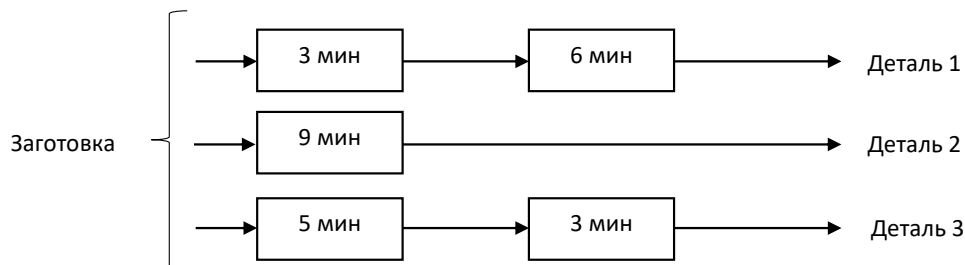
Каждый водитель работает 8 часов без перерыва и приступает к работе в начале какого-либо периода. Водителям, заступающим в период с 22 до 02 и с 2 до 6 часов, зарплата выплачивается в двойном размере.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 8.

Цех выпускает три вида деталей, которые изготавливаются на двух станках. На рисунке показана технологическая схема изготовления детали каждого вида с указанием времени ее обработки на станках.



Задан суточный ресурс рабочего времени каждого станка: 630 минут для станка 1, 270 минут для станка 2. Стоимость одной детали вида 1, 2 и 3 составляет 3, 1 и 2 у.е. соответственно. Требуется составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 9.

Строителям требуются распилить 330 четырехметровых досок на комплекты, каждый из которых состоит из 2 досок длиной 1,5 м и 5 досок длиной 0,6 м.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 10.

Для рытья котлована объемом 1380 м^3 строители получили 3 экскаватора. Мощный экскаватор производительностью $22,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ расходует в час 10 л бензина. Аналогичные характеристики среднего экскаватора – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 4 л/ч, малого – $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 2 л/ч. Экскаваторы могут работать все одновременно, не мешая друг другу. Запас бензина ограничен и равен 580 л. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить

работу как можно скорее.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 11.

Для производства четырех видов изделий A, B, C, D используется сырье типа I, II, III, причем закупки сырья ограничены возможностями поставщиков. В таблице приведены нормы затрат сырья, доступный объем ресурсов, а также удельная прибыль от единицы продукции.

Тип сырья	Нормы затрат сырья на одно изделие (т)				Доступный объем ресурсов (т)
	A	B	C	D	
I	3	5	0	6	144
II	2	0	1	0	130
III	1	4	2	3	140
Удельная прибыль от единицы продукции (у.е.)	27	10	9	8	

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 12.

Трамвайно-троллейбусное управление имеет потребность в водителях в различное время суток, указанную в таблице:

Время	Потребность в водителях
2–6	20
6–10	70
10–14	60
14–18	40
18–22	40
22–02	10

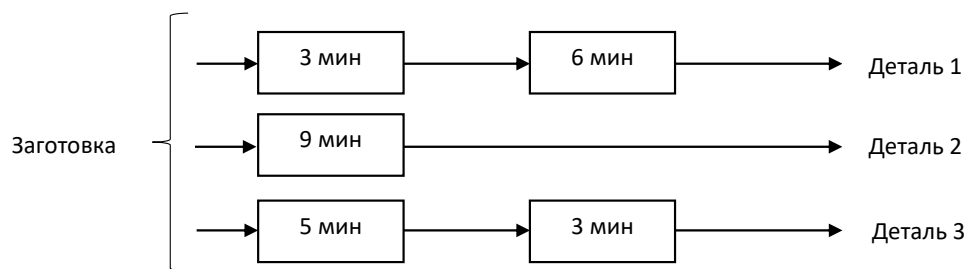
Каждый водитель работает 8 часов без перерыва и приступает к работе в начале какого-либо периода. Водителям, заступающим в период с 22 до 02 и с 2 до 6 часов, зарплата выплачивается в двойном размере.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 13.

Цех выпускает три вида деталей, которые изготавливаются на двух станках. На рисунке показана технологическая схема изготовления детали каждого вида с указанием времени ее обработки на станках.



Задан суточный ресурс рабочего времени каждого станка: 930 минут для станка 1, 450 минут для станка 2. Стоимость одной детали вида 1, 2 и 3 составляет 3, 1 и 2 у.е. соответственно. Требуется составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 14.

Строителям требуются распилить 495 четырехметровых досок на комплекты, каждый из которых состоит из 2 досок длиной 1,5 м и 5 досок длиной 0,6 м.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

Задача 15.

Для рытья котлована объемом 1860 м^3 строители получили 3 экскаватора. Мощный экскаватор производительностью $22,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ расходует в час 10 л бензина. Аналогичные характеристики среднего экскаватора – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 4 л/ч, малого – $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 2 л/ч. Экскаваторы могут работать все одновременно, не мешая друг другу. Запас бензина ограничен и равен 780 л. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Требуется:

1. Дать математическую постановку задачи.

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

Задача 1.

Для производства четырех видов изделий A, B, C, D используется сырье типа I, II, III, причем закупки сырья ограничены возможностями поставщиков. В таблице приведены нормы затрат

сырья, доступный объем ресурсов, а также удельная прибыль от единицы продукции.

Тип сырья	Нормы затрат сырья на одно изделие (т)				Доступный объем ресурсов (т)
	A	B	C	D	
I	3	6	3	0	180
II	6	2	0	6	210
III	2	3	5	7	112
Удельная прибыль от единицы продукции (y.e.)	45	60	21	14	

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Определить план производства с целью максимизации прибыли.

(Ответ: 30; 15; 0; 0)

Задача 2.

Трамвайно-троллейбусное управление имеет потребность в водителях в различное время суток, указанную в таблице:

Время	Потребность в водителях
2–6	10
6–10	40
10–14	40
14–18	60
18–22	70
22–02	20

Каждый водитель работает 8 часов без перерыва и приступает к работе в начале какого-либо периода. Водителям, заступающим в период с 22 до 02 и с 2 до 6 часов, зарплата выплачивается в двойном размере.

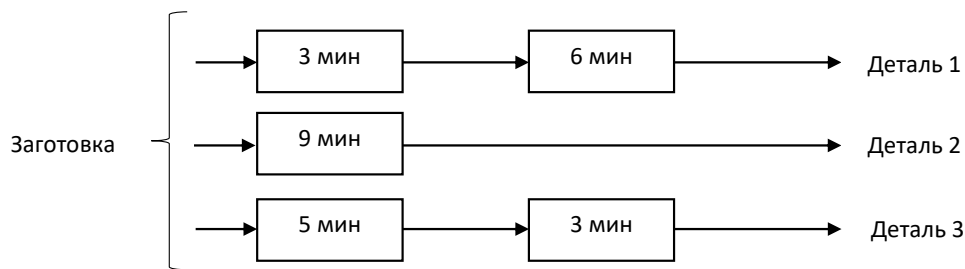
Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Составить служебное расписание (указать число водителей, приступающих к работе в каждом периоде) с тем, чтобы требуемый фонд заработной платы был минимальным.

(Ответ: 0; 40; 0; 60; 10; 10)

Задача 3.

Цех выпускает три вида деталей, которые изготавливаются на двух станках. На рисунке показана технологическая схема изготовления детали каждого вида с указанием времени ее обработки на станках.



Задан суточный ресурс рабочего времени каждого станка: 870 минут для станка 1, 900 минут для станка 2. Стоимость одной детали вида 1, 2 и 3 составляет 3, 1 и 2 у.е. соответственно. Требуется составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

(Ответ: 90; 0; 120)

Задача 4.

Строителям требуются распилить 660 четырехметровых досок на комплекты, каждый из которых состоит из 2 досок длиной 1,5 м и 5 досок длиной 0,6 м.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Определить вариант распила всех досок, чтобы получить наибольшее количество указанных комплектов.

Замечание: возможны 3 способа раскроя: I способ – $2 \times 1.5 + 1 \times 0.6$; II способ – $1 \times 1.5 + 4 \times 0.6$; III способ – $0 \times 1.5 + 6 \times 0.6$

Ответ: (180; 480; 0); кол-во комплектов - 420

Задача 5.

Для рытья котлована объемом 1320 м^3 строители получили 3 экскаватора. Мощный экскаватор производительностью $22,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ расходует в час 10 л бензина. Аналогичные характеристики среднего экскаватора – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 4 л/ч, малого – $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 2 л/ч. Экскаваторы могут работать все одновременно, не мешая друг другу. Запас бензина ограничен и равен 550 л. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Ответ: (22; 82,5; 0)

Задача 6.

Для производства четырех видов изделий A, B, C, D используется сырье типа I, II, III, причем закупки сырья ограничены возможностями поставщиков. В таблице приведены нормы затрат сырья, доступный объем ресурсов, а также удельная прибыль от единицы продукции.

Тип сырья	Нормы затрат сырья на одно изделие (т)				Доступный объем ресурсов (т)
	A	B	C	D	
I	2	4	5	3	128
II	3	0	4	1	130
III	3	5	0	2	142
Удельная прибыль от единицы продукции (y.e.)	34	32	28	36	

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Определить план производства с целью максимизации прибыли.

(Ответ: 34; 0; 0; 20)

Задача 7.

Трамвайно-троллейбусное управление имеет потребность в водителях в различное время суток, указанную в таблице:

Время	Потребность в водителях
2–6	20
6–10	60
10–14	60
14–18	50
18–22	40
22–02	10

Каждый водитель работает 8 часов без перерыва и приступает к работе в начале какого-либо периода. Водителям, заступающим в период с 22 до 02 и с 2 до 6 часов, зарплата выплачивается в двойном размере.

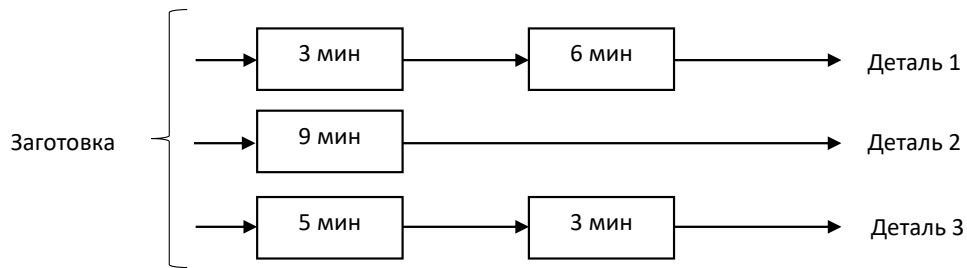
Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Составить служебное расписание (указать число водителей, приступающих к работе в каждом периоде) с тем, чтобы требуемый фонд заработной платы был минимальным.

(Ответ: 10; 50; 10; 40; 0; 10)

Задача 8.

Цех выпускает три вида деталей, которые изготавливаются на двух станках. На рисунке показана технологическая схема изготовления детали каждого вида с указанием времени ее обработки на станках.



Задан суточный ресурс рабочего времени каждого станка: 630 минут для станка 1, 270 минут для станка 2. Стоимость одной детали вида 1, 2 и 3 составляет 3, 1 и 2 у.е. соответственно. Требуется составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

(Ответ: 0; 20; 90)

Задача 9.

Строителям требуются распилить 330 четырехметровых досок на комплекты, каждый из которых состоит из 2 досок длиной 1,5 м и 5 досок длиной 0,6 м.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Определить вариант распила всех досок, чтобы получить наибольшее количество указанных комплектов.

Замечание: возможны 3 способа раскроя: I способ – $2 \times 1.5 + 1 \times 0.6$; II способ – $1 \times 1.5 + 4 \times 0.6$; III способ – $0 \times 1.5 + 6 \times 0.6$

Ответ: (90; 240; 0); кол-во комплектов - 210

Задача 10.

Для рытья котлована объемом 1380 м^3 строители получили 3 экскаватора. Мощный экскаватор производительностью $22,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ расходует в час 10 л бензина. Аналогичные характеристики среднего экскаватора – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 4 л/ч, малого – $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 2 л/ч. Экскаваторы могут работать все одновременно, не мешая друг другу. Запас бензина ограничен и равен 580 л. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Ответ: (28; 75; 0)

Задача 11.

Для производства четырех видов изделий A, B, C, D используется сырье типа I, II, III, причем закупки сырья ограничены возможностями поставщиков. В таблице приведены нормы затрат сырья, доступный объем ресурсов, а также удельная прибыль от единицы продукции.

Тип сырья	Нормы затрат сырья на одно изделие (т)				Доступный объем ресурсов (т)
	A	B	C	D	
I	3	5	0	6	144
II	2	0	1	0	130
III	1	4	2	3	140
Удельная прибыль от единицы продукции (у.е.)	27	10	9	8	

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Определить план производства с целью максимизации прибыли.

(Ответ: 48; 0; 34; 0)

Задача 12.

Трамвайно-троллейбусное управление имеет потребность в водителях в различное время суток, указанную в таблице:

Время	Потребность в водителях
2–6	20
6–10	70
10–14	60
14–18	40
18–22	40
22–02	10

Каждый водитель работает 8 часов без перерыва и приступает к работе в начале какого-либо периода. Водителям, заступающим в период с 22 до 02 и с 2 до 6 часов, зарплата выплачивается в двойном размере.

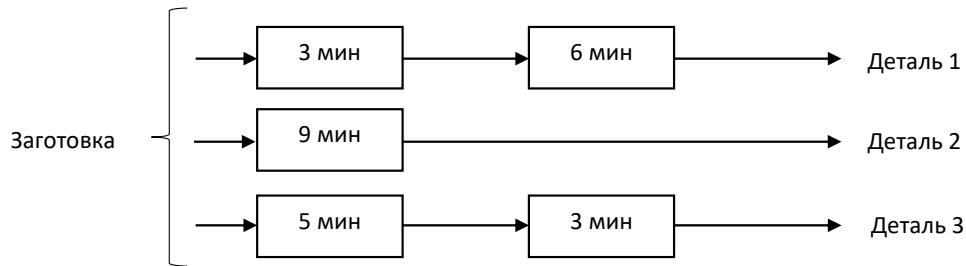
Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Составить служебное расписание (указать число водителей, приступающих к работе в каждом периоде) с тем, чтобы требуемый фонд заработной платы был минимальным.

(Ответ: 10; 50; 10; 40; 0; 10)

Задача 13.

Цех выпускает три вида деталей, которые изготавливаются на двух станках. На рисунке показана технологическая схема изготовления детали каждого вида с указанием времени ее обработки на станках.



Задан суточный ресурс рабочего времени каждого станка: 930 минут для станка 1, 450 минут для станка 2. Стоимость одной детали вида 1, 2 и 3 составляет 3, 1 и 2 у.е. соответственно. Требуется составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Составить суточный план производства деталей с целью максимизации стоимости выпущенной продукции.

(Ответ: 0; 20; 150)

Задача 14.

Строителям требуются распилить 495 четырехметровых досок на комплекты, каждый из которых состоит из 2 досок длиной 1,5 м и 5 досок длиной 0,6 м.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Определить вариант распила всех досок, чтобы получить наибольшее количество указанных комплектов.

Замечание: возможны 3 способа раскроя: I способ – $2 \times 1.5 + 1 \times 0.6$; II способ – $1 \times 1.5 + 4 \times 0.6$; III способ – $0 \times 1.5 + 6 \times 0.6$

Ответ: (135; 360; 0); кол-во комплектов - 315

Задача 15.

Для рытья котлована объемом 1860 м^3 строители получили 3 экскаватора. Мощный экскаватор производительностью $22,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ расходует в час 10 л бензина. Аналогичные характеристики среднего экскаватора – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 4 л/ч, малого – $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и 2 л/ч. Экскаваторы могут работать все одновременно, не мешая друг другу. Запас бензина ограничен и равен 780 л. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Требуется:

1. Выбрать метод решения оптимизационной задачи.
2. Требуется определить, каким образом следует использовать имеющуюся технику, чтобы выполнить работу как можно скорее.

Ответ: (36; 105; 0)

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.

5.2. 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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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 и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

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.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции УК-1 (Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач)

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.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-5 (Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.)

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.

Оценочное средство - Задачи

Экзамен

Критерии оценивания (Задачи - Экзамен)

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.

Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции УК-1
(Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач)

Задача 1.

Исследовать задачу:

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

$$P = \mathbf{R}^3,$$

$$\begin{cases} g_1(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 - x_2 + x_3 \leq 5 \\ g_2(x_1, x_2, x_3) = x_1 + x_2 + x_3 = 3 \end{cases}$$

Требуется:

- 1) выбрать метод решения (обосновать);
- 2) решить задачу;
- 3) определить характер экстремальной точки (обосновать).

Ответ: (1; 1; 1)

Задача 2.

Исследовать задачу

$$f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1^2 + 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 \rightarrow \text{extr},$$

$$\begin{cases} 8x_1 - 3x_2 + 3x_3 \leq 40, \\ -2x_1 + x_2 - x_3 = -3, \end{cases}$$

$$x_2 \geq 0.$$

Требуется:

- 1) выбрать метод решения (обосновать);
- 2) решить задачу;
- 3) определить характер экстремальной точки (обосновать).

Ответ: (0; 0; 3)

Задача 3.

Преобразовать к основной, стандартной и канонической формам

$$4x_1 + x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq 1 \\ 2x_1 + x_3 + x_3 = 2 \\ 3x_2 + x_3 \leq 4 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3$$

Задача 4.

Используя геометрические построения, найти решение

$$2x_1 + x_2 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 7 \\ x_1 - 3x_2 \leq 6 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2$$

Задача 5.

Построить двойственную задачу

$$17x_1 - 5x_2 + x_3 + x_4 - 8x_5 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} 3x_1 - 5x_2 + x_3 + x_4 - 8x_5 \leq 11 \\ x_1 - 5x_2 - 5x_3 + x_4 + 2x_5 \geq -8, \\ x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 - x_5 = 4 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Задача 6.

Используя теоремы двойственности и геометрические построения, найти решение.

$$7x_1 + x_3 - 4x_4 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 \leq 6 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 \leq -1 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

Задача 7.

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

$$-2x_1 + 3x_2 + x_3 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 - x_4 \leq 3 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \leq -1 \\ -5x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \leq -3 \end{cases} \quad x_1 = (1, 3, 0, 3) \quad x_2 = (0, -1, 3, 2) \quad x_3 = (5, 0, -6, 0)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-5
(Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.)

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.

Ответ:

$$3x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 + 3x_3 \leq 84, \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 42, \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 21, \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 42, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

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

Ответ: (20, 40)

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.

Ответ:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \rightarrow \min ,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 3x_3 + x_5 \leq 4100, \\ x_1 + 2x_3 + 2x_4 + x_5 \leq 2000, \\ x_1 + 2x_2 + 3x_4 + 2x_5 \leq 5800, \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 + x_4 + x_5 \leq 10800, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

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
	A	B	
1	0,2	0,1	100
2	0,2	0,5	180
3	0,1	0,2	100

Ответ: (400, 200)

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	
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. 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).

Задача 6.

В области имеются два цементных завода и три потребителя их продукции – домостроительные комбинаты. В таблице указаны суточные объемы производства цемента, суточные потребности в нем комбинатов и стоимость перевозки 1 т цемента от каждого завода к каждому комбинату.

Заводы	Производство цемента (т/сут)	Стоимость перевозки 1 т цемента (усл.ед.)		
		Комбинат 1	Комбинат 2	Комбинат 3
1	40	10	15	25
2	60	20	30	35
	Потребность в цементе (т/сут)	50	20	30

Требуется составить план суточных перевозок цемента с целью минимизации транспортных расходов.

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

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. 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>.
3. 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>.
4. 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>.
5. 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.znaniy.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 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 14.11.2022, протокол № 6.