Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

Эколого-мелиоративный факультет
наименование факультета

УТВЕРЖДАЮ
Декан _эколого-мелиоративного____
наименование факультета

_____ _О.А. Корчагина _____
подпись *инициалы фамилия*

_____ г.
дата

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГАУ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 617a770026af82a74a598c23838b44c5
Владелец: Корчагина Ольга Александровна
Действителен: с 06.10.2022 по 06.10.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.5 Исследование операций и методы оптимизации
индекс и наименование дисциплины

Кафедра _____Информационные системы и технологии_____
наименование кафедры

Уровень высшего образования____бакалавриат_____
бакалавриат / специалитет / магистратура

Направление подготовки (специальность)_09.03.03 Прикладная информатика
шифр и наименование направления подготовки

Направленность (профиль) __Прикладная информатика в экономике_____
наименование направленности (профиля) программы

Форма обучения __очная/заочная_____
очная / заочная

Год начала реализации образовательной программы ___2017_____

Волгоград
2022

Автор(ы):

доцент	_____	Заяц О.А.
должность	*подпись*	*инициалы фамилия*

Рабочая программа дисциплины согласована с руководителем основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки (специальности)

09.03.03 Прикладная информатика

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

Прикладная информатика в экономике

наименование направленности (профиля) программы

Заведующий кафедрой	_____	О.В. Кочеткова
должность	*подпись*	*инициалы фамилия*

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры

Информационные системы и технологии

наименование кафедры

Протокол № 2 от 20 октября 2022 г.

Заведующий кафедрой _____ О.В. Кочеткова

подпись *инициалы фамилия*

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании методической комиссии эколого-мелиоративного факультета

наименование факультета

Протокол № 2 от 25 октября 2022 г.

дата

Председатель
методической комиссии факультета _____ А.К. Васильев

подпись *инициалы фамилия*

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью изучения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» является сформировать у студентов готовность к профессиональной деятельности, умение использовать современные приемы и методы разработки, принятия и оптимизации управленческих решений.

Изучение дисциплины направлено на решение следующих задач:

- формирование у студентов теоретических знаний, практических навыков по вопросам, касающимся использования методов математического моделирования и компьютерных технологий в управлении;
- освоение студентами современных математических методов анализа, научного прогнозирования поведения экономических объектов;
- обучение студентов применению математических методов и моделей в процессе подготовки и принятия управленческих решений в организационно-экономических и производственных системах.

Изучение дисциплины направлено на формирование общепрофессиональных компетенций, а также знаний, умений и навыков, необходимых для решений профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности.

Шифр компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты
ОПК-2	способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать принципы и методы математического моделирования для формализации прикладных задач
		Уметь применять методы математического моделирования для формализации прикладных задач
		Владеть навыками построения математических моделей прикладных оптимизационных задач; навыками по использованию оптимизационных моделей для решения практических задач, возникающих в экономике
ПК-23	способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	Знать основные задачи исследования операций и методы их решения
		Уметь применять основные методы исследования операций для решения оптимизационных задач
		Владеть навыками выбора методов и средств для автоматизированного решения оптимизационных задач

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» (Б1.В.ОД.5) входит в вариативную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП ВО подготовки бакалавров по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» (профиль «Прикладная информатика в экономике»).

Условием изучения дисциплины является освоение таких дисциплин программы подготовки бакалавров, как «Математика» (Б1.Б.5), «Дискретная математика» (Б1.Б.6), «Численные методы» (Б1.В.ДВ.4.1), «Модели рисковых ситуаций в экономике» (Б1.В.ДВ.5.1). Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного освоения данной дисциплины: удовлетворительное усвоение программ по указанным выше дисциплинам. Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации», в свою очередь, дает знания и умения, которые являются необходимыми для успешного освоения дисциплин «Менеджмент» (Б1.В.ДВ.2.1), «Маркетинг» (Б1.В.ДВ.2.2), «Математическое и имитационное моделирование» (Б1.В.ОД.6), выполнения научно-исследовательской работы (Б2.П.2).

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Очная форма обучения

Вид учебной работы		Всего часов	Распределение часов по семестрам			
			4	5	…	….
Контактная работа обучающихся с преподавателем в части аудиторных занятий, всего		72	36	36		
Лекции (Л)		36	18	18		
Практические занятия (ПЗ) / Семинары (С)		36	18	18		
Лабораторные работы (ЛР)						
Самостоятельная работа обучающихся, всего		72	36	36		
Курсовой проект (КП)						
Курсовая работа (КР)						
Расчетно-графическая работа (РГР)						
Реферат (Реф)						
Самостоятельное изучение разделов и тем		72	36	36		
Вид промежуточной аттестации*	зачет	0	0			
	зачет с оценкой					
	экзамен	36		36		
Общая трудоемкость	часов	180	72	108		
	зачетных единиц	5	2	3		

Заочная форма обучения

Вид учебной работы		Всего часов	Распределение часов по курсам			
			2	3	…	….
Контактная работа обучающихся с преподавателем в части аудиторных занятий, всего		48	32	16		
Лекции (Л)		18	12	6		
Практические занятия (ПЗ) / Семинары (С)		30	20	10		
Лабораторные работы (ЛР)						
Самостоятельная работа обучающихся, всего		119	36	83		
Курсовой проект (КП)						
Курсовая работа (КР)						
Расчетно-графическая работа (РГР)						
Реферат (Реф)						
Контрольная работа (КРЗ)		29	10	19		
Самостоятельное изучение разделов и тем		90	26	64		
Вид промежуточной аттестации*	зачет	4	4			
	зачет с оценкой					
	экзамен	9		9		
Общая трудоемкость	часов	180	72	108		
	зачетных единиц	5	2	3		

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание лекций

№ п/п	Тема лекции	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.			
1	Математическое моделирование экономических задач.	2	4
2	Теоретические основы оптимизации.	2	
3	Компьютерные технологии в математическом моделировании.	2	
Раздел 2. Линейное программирование.			
4	Формулировка задачи линейного программирования.	2	8
5	Симплексный метод решение задач линейного программирования. Метод искусственного базиса.	2	
6	Двойственные задачи линейного программирования.	2	
7	Линейное программирование в среде MS Excel.	2	
8	Распределительный метод решения задач линейного программирования (транспортная задача).	2	
9	Целочисленное (дискретное) программирование.	2	
Раздел 3. Нелинейное программирование.			
10	Постановка задачи нелинейного программирования.	2	2
11	Дробно-линейное программирование.	2	
12	Метод множителей Лагранжа. Выпуклое программирование.	2	
Раздел 4. Динамическое программирование.			
13	Динамическое программирование в задачах оптимизации. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования.	2	4
14	Оптимальное распределение инвестиций.	4	
15	Выбор наивыгоднейшего пути между двумя пунктами.	2	
16	Выбор оптимальной стратегии обновления оборудования.	4	
	ВСЕГО	36	18

4.2 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.			
1	Классические задачи оптимизации.	2	6
2	Построение математической модели задачи.	4	
Раздел 2. Линейное программирование.			
3	Симплексный метод решение задач линейного программирования. Метод искусственного базиса.	4	6
4	Линейное программирование в среде MS Excel.	2	
5	Решение двойственных задач. Экономический анализ задач с использованием теории двойственности.	2	2
6	Распределительный метод решения задач ЛП (транспортная задача). Задача о назначениях.	2	4
7	Решение задач целочисленного программирования.	2	2
Раздел 3. Нелинейное программирование.			
8	Решение задач дробно-линейного программирования.	2	4
9	Решение задач выпуклого программирования.	4	
Раздел 4. Динамическое программирование.			

10	Решение задачи об оптимальном распределении инвестиций.	4	6
11	Решение задачи выбора оптимальной стратегии обновления оборудования.		
12	Решение задачи выбора наивыгоднейшего пути между двумя пунктами.		
	ВСЕГО	36	30

4.3 Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4 Перечень тем для самостоятельного изучения

№ п/п	Тема для самостоятельного изучения	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.			
1	Математическое моделирование экономических задач.	4	10
2	Теоретические основы оптимизации.	4	
3	Компьютерные технологии в математическом моделировании.	4	
Раздел 2. Линейное программирование.			
4	Формулировка задачи линейного программирования.	4	16
5	Симплексный метод решение задач линейного программирования. Метод искусственного базиса.	6	
6	Двойственные задачи линейного программирования.	4	
7	Линейное программирование в среде MS Excel.	2	
8	Распределительный метод решения задач линейного программирования (транспортная задача).	4	
9	Целочисленное (дискретное) программирование.	4	
Раздел 3. Нелинейное программирование.			
10	Постановка задачи нелинейного программирования.	4	24
11	Дробно-линейное программирование.	4	
12	Метод множителей Лагранжа. Выпуклое программирование.	6	
Раздел 4. Динамическое программирование.			
13	Динамическое программирование в задачах оптимизации. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования.	6	40
14	Оптимальное распределение инвестиций.	6	
15	Выбор наивыгоднейшего пути между двумя пунктами.	4	
16	Выбор оптимальной стратегии обновления оборудования.	6	
	ВСЕГО	72	90

4.5 Другие виды самостоятельной работы

№ п/п	Содержание самостоятельной работы	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
1	Подготовка и написание контрольной работы	-	29
	ВСЕГО	-	29

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине рекомендуется следующая учебно-методическая литература:

1. Балдин, К. В. Математическое программирование [Электронный ресурс]: учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; под общ. ред. К. В. Балдина. – Электрон. текстовые дан. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. – 220 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=415097

2. Бережная, Е. В. Методы и модели принятия управленческих решений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 384 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=414580

3. Красс, М.С. Математика для экономического бакалавриата [Электронный ресурс]: учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – Электрон. текстовые дан. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 472 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=400839

4. Хуснутдинов, Р.Ш. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. – Электрон. текстовые дан. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=430259

5. Экономико-математические методы в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова, Н.В. Концевая и др.; под ред. А.Н. Гармаша. – Электрон. текстовые дан. - М.: Вуз. уч.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 – 416 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=416547

6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (фонд оценочных средств)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень компетенций, на освоение которых направлена дисциплина

Шифр компетенции	Содержание компетенции
ОПК-2	способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
ПК-23	способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

Этапы формирования компетенций в результате изучения дисциплины в процессе освоения образовательной программы

Участвующие в формировании компетенций дисциплины, модули, практики		Форма обучения	Курсы обучения				
Индекс	Наименование		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ОПК-2 - способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования							
Б1.Б.4	Экономическая теория	Очная	+				
		Заочная		+	+		
Б1.Б.5	Математика	Очная	+				
		Заочная	+				
Б1.Б.6	Дискретная математика	Очная	+				
		Заочная	+				
Б1.Б.7	Теория систем и системный анализ	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.Б.9	Теория вероятностей и математическая статистика	Очная	+				
		Заочная		+			
Б1.В.ОД.5	Исследование операций и методы оптимизации	Очная		+	+		
		Заочная		+	+		
Б1.В.ОД.6	Математическое и имитационное моделирование	Очная			+		
		Заочная				+	
Б1.В.ОД.12	Интеллектуальные информационные системы	Очная		+	+		
		Заочная			+	+	
Б1.В.ДВ.4.1	Численные методы	Очная		+			
		Заочная			+		

Б1.В.ДВ.4.2	Математические методы в инженерных и экономических расчетах	Очная		+			
		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.5.1	Модели рисковых ситуаций в экономике	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.В.ДВ.5.2	Анализ данных	Очная		+			
		Заочная		+			
ПК-23 - способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач							
Б1.Б.6	Дискретная математика	Очная	+				
		Заочная	+				
Б1.Б.7	Теория систем и системный анализ	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.Б.9	Теория вероятностей и математическая статистика	Очная	+				
		Заочная		+			
Б1.В.ОД.5	Исследование операций и методы оптимизации	Очная		+	+		
		Заочная		+	+		
Б1.В.ОД.6	Математическое и имитационное моделирование	Очная			+		
		Заочная				+	
Б1.В.ОД.12	Интеллектуальные информационные системы	Очная		+	+		
		Заочная			+	+	
Б1.В.ДВ.1.1	Эконометрика	Очная		+			
		Заочная	+				
Б1.В.ДВ.1.2	Математическая экономика	Очная		+			
		Заочная	+				
Б1.В.ДВ.4.1	Численные методы	Очная		+			
		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.4.2	Математические методы в инженерных и экономических расчетах	Очная		+			
		Заочная			+		
Б1.В.ДВ.5.1	Модели рисковых ситуаций в экономике	Очная		+			
		Заочная		+			
Б1.В.ДВ.5.2	Анализ данных	Очная		+			
		Заочная		+			
Б2.У.1	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	Очная	+				
		Заочная	+				
Б2.П.1	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Очная			+		
		Заочная			+		
Б2.П.2	Научно-исследовательская работа	Очная				+	
		Заочная				+	
Б2.П.4	Преддипломная практика	Очная				+	
		Заочная					+

Основными этапами формирования указанных компетенций при освоении дисциплины является последовательное изучение содержательно связанных между собой модулей (разделов, тем). Изучение каждого модуля (раздела, темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения их обучающимися.

Этапы формирования компетенций в процессе изучения дисциплины

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Оценочные средства по этапам формирования компетенций	
	Текущий контроль	Промежуточная аттестация

ОПК-2 - способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	Зачет, экзамен
Раздел 2. Линейное программирование.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	
ПК-23 - способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 3. Нелинейное программирование.	Контрольная работа	Зачет, экзамен
Раздел 4. Динамическое программирование.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.2.1 Текущий контроль

Показатели оценивания компетенций
на различных этапах их формирования в процессе изучения дисциплины

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Показатели оценивания компетенций	
ОПК-2 - способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.	Знает	основные типы и методы решения оптимизационных задач; условия существования решений в задачах оптимизации; современные математические модели и методы исследования операций; элементы оптимизационной модели; правила построения математических моделей задач оптимизации; программные средства для решения оптимизационных задач
	Умеет	различать типы задач исследования операций; выбирать методы решения задач исследования операций; находить и исследовать экстремумы функции одной и нескольких переменных; интерпретировать реальные задачи как задачи оптимизации, записывать их формальную математическую постановку; использовать компьютерные технологии при реализации методов исследования операций
	Владеет	терминологией исследования операций и соответствующим математическим аппаратом; приемами конструирования математических моделей исследования операций для конкретных систем и объектов; методами анализа оптимизационных моделей с применением соответствующих пакетов программ
Раздел 2. Линейное программирование.	Знает	основные понятия и методы линейного программирования; алгоритм симплекс-метода для решения задач линейного программирования; основы теорию двойственности; методы решения задач целочисленного программирования; закрытую и открытую модель транспортной задачи; методы решения транспортных задач
	Умеет	строить математические модели оптимизационных задач в виде задачи линейного программирования; строить двойственные задачи к задаче линейного программирования; решать задачи линейного программирования симплекс-методом; решать задачи целочисленного программирования; применять метод потенциалов к решению транспортной задачи; анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты
	Владеет	навыками применения методов линейного программирования при решении прикладных задач и моделировании; методами решения оптимизационных задач линейного программирования разных классов с использованием вычислительных возможностей соответствующих программных средств

ПК-23 - способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 3. Нелинейное программирование.	Знает	основы теории нелинейного программирования; методы решения нелинейных оптимизационных задач; свойства выпуклых функций; метод множителей Лагранжа; теорему Куна-Таккера; примеры задач выпуклого и дробно-линейного программирования из математической экономики
	Умеет	строить математические модели задач нелинейного программирования; проверять функцию на выпуклость и вогнутость; составить функцию Лагранжа; находить решения в задачах выпуклого программирования с помощью теоремы Куна-Таккера; решать задачи дробно-линейного программирования; выбирать рациональные варианты действий в практических задачах с использованием моделей нелинейного программирования
	Владеет	навыками решения задач дробно-линейного программирования; навыками использования элементов выпуклого анализа для решения и анализа задач математической экономики; методами решения оптимизационных задач нелинейного программирования с помощью ЭВМ
Раздел 4. Динамическое программирование.	Знает	основные постановки задач динамического программирования; принцип оптимальности Беллмана; метод динамического программирования
	Умеет	строить математические модели оптимизационных задач в виде задачи динамического программирования; находить решения типовых задач, используя принцип оптимальности Беллмана; уметь использовать методы и модели динамического программирования при исследовании реальных процессов и систем
	Владеет	навыками применения метода Беллмана для решения задач оптимального распределения инвестиций, обновления оборудования, выбора наивыгоднейшего пути; современным программным обеспечением для решения задач динамического программирования

Шкала и критерии оценивания формируемых компетенций в процессе изучения дисциплины, соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Форма оценочного средства	Шкала оценивания	Критерии оценки
ОПК-2 - способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования			
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.	Контрольная работа	«Отлично» (9-10 баллов)	Студент в полном объеме выполнил все задания (или ответил на все поставленные вопросы), проявив самостоятельность и знания межпредметного характера.
		«Хорошо» (6-8 баллов)	Студент выполнил задания, и в них содержатся недочеты или одна не грубая ошибка; при ответе на поставленные вопросы имел незначительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Удовлетворительно» (3-5 балла)	Студент выполнил задания более чем на 50 % и работа содержит недочеты или две-три негрубые ошибки или две грубые ошибки; при ответе на поставленные вопросы имел значительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Неудовлетворительно» (0-2 балла)	Студент выполнил работу менее чем на 50 % или работа содержит более двух грубых ошибок; при ответе на поставленные вопросы преподаватель оказывал ему постоянную помощь.
			Студент показал полное незнание вопроса, отказался отвечать или не приступил к выполнению работы.

	Индивидуальное домашнее задание	«Отлично» (8-10 баллов)	Глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, понятийным аппаратом, умение связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения. Отличная отметка предполагает грамотное, логическое изложение ответа, качественное внешнее оформление.
		«Хорошо» (5-7 баллов)	Студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание, форма ответа имеют отдельные неточности.
		«Удовлетворительно» (2-4 балла)	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает ошибки в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения.
		«Неудовлетворительно» (0-1 балл)	Студент демонстрирует разрозненные, бессистемные знания или полное незнание и непонимание учебного материала, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач.
Раздел 2. Линейное программирование.	Контрольная работа	«Отлично» (9-10 баллов)	Студент в полном объеме выполнил все задания (или ответил на все поставленные вопросы), проявив самостоятельность и знания межпредметного характера.
		«Хорошо» (6-8 баллов)	Студент выполнил задания, и в них содержатся недочеты или одна не грубая ошибка; при ответе на поставленные вопросы имел незначительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Удовлетворительно» (3-5 балла)	Студент выполнил задания более чем на 50 % и работа содержит недочеты или две-три негрубые ошибки или две грубые ошибки; при ответе на поставленные вопросы имел значительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Неудовлетворительно» (0-2 балла)	Студент выполнил работу менее чем на 50 % или работа содержит более двух грубых ошибок; при ответе на поставленные вопросы преподаватель оказывал ему постоянную помощь.
			Студент показал полное незнание вопроса, отказался отвечать или не приступил к выполнению работы.
	Индивидуальное домашнее задание	«Отлично» (8-10 баллов)	Глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, понятийным аппаратом, умение связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения. Отличная отметка предполагает грамотное, логическое изложение ответа, качественное внешнее оформление.
		«Хорошо» (5-7 баллов)	Студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание, форма ответа имеют отдельные неточности.
		«Удовлетворительно» (2-4 балла)	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает ошибки в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения.

		«Неудовлетворительно» (0-1 балл)	Студент демонстрирует разрозненные, бессистемные знания или полное незнание и непонимание учебного материала, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач.
ПК-23 - способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач			
Раздел 3. Нелинейное программирование.	Контрольная работа	«Отлично» (9-10 баллов)	Студент в полном объеме выполнил все задания (или ответил на все поставленные вопросы), проявив самостоятельность и знания межпредметного характера.
		«Хорошо» (6-8 баллов)	Студент выполнил задания, и в них содержатся недочеты или одна не грубая ошибка; при ответе на поставленные вопросы имел незначительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Удовлетворительно» (3-5 балла)	Студент выполнил задания более чем на 50 % и работа содержит недочеты или две-три негрубые ошибки или две грубые ошибки; при ответе на поставленные вопросы имел значительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Неудовлетворительно» (0-2 балла)	Студент выполнил работу менее чем на 50 % или работа содержит более двух грубых ошибок; при ответе на поставленные вопросы преподаватель оказывал ему постоянную помощь.
			Студент показал полное незнание вопроса, отказался отвечать или не приступил к выполнению работы.
Раздел 4. Динамическое программирование.	Контрольная работа	«Отлично» (9-10 баллов)	Студент в полном объеме выполнил все задания (или ответил на все поставленные вопросы), проявив самостоятельность и знания межпредметного характера.
		«Хорошо» (6-8 баллов)	Студент выполнил задания, и в них содержатся недочеты или одна не грубая ошибка; при ответе на поставленные вопросы имел незначительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Удовлетворительно» (3-5 балла)	Студент выполнил задания более чем на 50 % и работа содержит недочеты или две-три негрубые ошибки или две грубые ошибки; при ответе на поставленные вопросы имел значительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
		«Неудовлетворительно» (0-2 балла)	Студент выполнил работу менее чем на 50 % или работа содержит более двух грубых ошибок; при ответе на поставленные вопросы преподаватель оказывал ему постоянную помощь.
			Студент показал полное незнание вопроса, отказался отвечать или не приступил к выполнению работы.
	Индивидуальное домашнее задание	«Отлично» (8-10 баллов)	Глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, понятийным аппаратом, умение связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения. Отличная отметка предполагает грамотное, логическое изложение ответа, качественное внешнее оформление.
		«Хорошо» (5-7 баллов)	Студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание, форма ответа имеют отдельные неточности.
		«Удовлетворительно» (2-4 балла)	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает ошибки в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения.

		«Неудовлетворительно» (0-1 балл)	Студент демонстрирует разрозненные, бессистемные знания или полное незнание и непонимание учебного материала, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач.

6.2.2 Промежуточная аттестация

Показатели оценивания компетенций в результате изучения дисциплины в процессе освоения образовательной программы

Показатели оценивания компетенций	
ОПК-2 - способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	
Знает	принципы и методы математического моделирования для формализации прикладных задач
Умеет	применять методы математического моделирования для формализации прикладных задач
Владеет	навыками построения математических моделей прикладных оптимизационных задач; навыками по использованию оптимизационных моделей для решения практических задач, возникающих в экономике
ПК-23 - способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	
Знает	основные задачи исследования операций и методы их решения
Умеет	применять основные методы исследования операций для решения оптимизационных задач
Владеет	навыками выбора методов и средств для автоматизированного решения оптимизационных задач

Шкала и критерии оценивания формируемых компетенций в результате изучения дисциплины в процессе освоения образовательной программы

Шкала оценивания	Критерии оценки
На зачете	
«Зачтено» (61-100 баллов)	Выставляется студенту, если он определяет рассматриваемые понятия четко и полно, допускает отдельные погрешности в ответе или обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; правильно решает практические задачи полностью или не в полном объеме. В результате следует считать, что компетенция сформирована. Присутствие сформированной компетенции свидетельствует о положительных результатах освоения дисциплины
«Не зачтено» (менее 61 балла)	Выставляется студенту, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины. В результате следует считать, что компетенция не сформирована. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения дисциплины
На экзамене	
«Отлично» (91-100 баллов)	Выставляется студенту, если он определяет рассматриваемые понятия четко и полно, приводя соответствующие примеры; правильно решает практические задачи и анализирует полученный результат. В результате следует считать компетенцию сформированной на более высоком (продвинутом) уровне. Присутствие сформированной компетенции на продвинутом уровне свидетельствует о высоких результатах освоения дисциплины

«Хорошо» (78-90 баллов)	Выставляется студенту, если он допускает отдельные погрешности в ответе; правильно решает практические задачи без анализа полученного результата. В результате это подтверждает наличие сформированной компетенции на высоком (повышенном) уровне. Присутствие сформированной компетенции на повышенном уровне следует оценить как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке
«Удовлетворительно» (61-77 баллов)	Выставляется студенту, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; практические задачи решаются не в полном объеме. В результате следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок (пороговый уровень). Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне
«Неудовлетворительно» (менее 61 балла)	Выставляется студенту, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины. В результате следует считать, что компетенция не сформирована, пороговый уровень не пройден. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения дисциплины

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.3.1 Текущий контроль

Типовые контрольные задания
для оценки сформированности компетенций в процессе изучения
дисциплины, соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Форма оценочного средства	№ задания
ОПК-2 - способен анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	Контрольная работа №1, индивидуальное задание №1
Раздел 2. Линейное программирование.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	Контрольная работа №1, Контрольная работа №2, индивидуальное задание №2
ПК-23 - способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 3. Нелинейное программирование.	Контрольная работа	Контрольная работа №3
Раздел 4. Динамическое программирование.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	Контрольная работа №4, индивидуальное задание №3

Задания для контрольной работы

Контрольная работа №1.

Задание 1. Построить экономико-математическую модель.

Задание 2. Найти оптимальное решение задачи в симплексных таблицах и с помощью *MS Excel*.

Задание 3. Провести экономический анализ полученных результатов.

1. Мебельная фабрика производит комоды и шкафы. Цена одного изделия: шкаф – 8 тыс. руб., комод – 6 тыс. руб. Расход ресурсов на производство одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Ресурс	Расход на производство 1 ед. изделия		Общее количество ресурсов
	комод	шкаф	
Дуб, $м^3$	0,2	0,1	40
Сосна, $м^3$	0,1	0,3	45
Трудоемкость, чел.-ч	1,2	1,5	360

Считая, что сбыт готовой продукции обеспечен, определить: сколько комодов и шкафов следует изготовить фабрике, чтобы доход от их реализации был максимальным. Также ответить на следующие вопросы: а) как изменится решение, если запас дуба увеличится на 10 $м^3$; б) изменится ли решение, если цена одного комода вырастет на 1 тыс. руб.?

2. Для производства двух сортов мороженого (сливочного и молочного) комбинат использует сахар и сливки. Затраты этих продуктов и их суточные запасы приведены в табл. 2. Цена реализации 1 кг сливочного мороженого - 75 руб., молочного - 60 руб.

Таблица 2

Ресурс	Расход на производство 1 кг мороженого		Общий запас ресурсов
	молочное	сливочное	
Сливки, кг	0,2	0,1	160
Сахар, кг	0,2	0,4	240
Трудоемкость, чел.-ч	2	3	1800

Считая, что сбыт мороженого полностью обеспечен, сколько сливочного и молочного мороженого должен выпускать в сутки комбинат, чтобы доход от реализации был максимальным? Также ответить на следующие вопросы: а) если фонд рабочего времени снизится на 300 чел.-ч., как это повлияет на решение? б) если цена 1 кг молочного мороженого возрастет до 90 руб., как это повлияет на определение суточного плана производства?

3. Для производства карамели двух видов А и В кондитерская фабрика использует сахар и фруктовое пюре. Нормы расхода этих продуктов, затраты труда на производство 1 кг карамели и общий запас производственных ресурсов указаны в табл. 3. Цена реализации 1 кг карамели А - 45 руб., В - 60 руб.

Таблица 3

Ресурс	Расход на производство 1 кг карамели		Общий запас ресурсов
	А	В	
Сахар, кг	0,2	0,6	180
Фруктовое пюре, кг	0,4	0,2	120
Трудоемкость, чел.-ч.	0,4	0,5	180

Считая, что сбыт обеспечен, определить, сколько карамели А и В надо выпускать фабрике, чтобы доход от реализации был максимальным. Также ответить на следующие вопросы: а) если запас сахара увеличится до 200 кг, как это повлияет на решение? б) если цена 1 кг карамели вида А увеличится до 90 руб., как изменится решение?

4. Для выпуска двух сортов теста (бисквитное и песочное) кондитерская фабрика использует сахар и яйца. Расход этих ресурсов, а также затраты труда и общее количество имеющихся ресурсов приведены в табл. 4. Цена 1 кг теста: сорт 1 - 30 руб., сорт 2 - 20 руб. Считая, что сбыт теста полностью обеспечен, определить, сколько теста каждого сорта нужно производить, чтобы доход от реализации был максимальным. Также ответить на следующие вопросы: а) если запас сахара снизится на 15 кг, как это повлияет на решение? б) если цена теста 1-го сорта увеличится до 40 руб. за 1 кг, как изменится оптимальное решение?

Таблица 4

Ресурс	Расход на производство 1 кг теста		Общий запас ресурсов
	сорт 1	сорт 2	
Яйца, шт.	5	2	1000
Сахар, кг	0,3	0,25	75
Трудоемкость, чел.-ч	0,25	0,5	125

5. Мебельная фабрика производит стулья и столы. Расход ресурсов на производство одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов приведены в табл. 5. Цена 1 ед. готовой продукции: стул – 18 тыс. руб., стол – 24 тыс. руб. Считая, что сбыт готовой продукции обеспечен, определить, сколько стульев и столов надо выпускать фабрике, чтобы доход

от реализации был максимальным. Также ответить на следующие вопросы: а) если фонд рабочего времени снизится на 150 чел.-ч., как это повлияет на решение? б) если цена стула снизится на 10%, как изменится оптимальное решение?

Таблица 5

Ресурс	Расход на производство 1 ед. изделия		Общее количество ресурсов
	стул	стол	
Древесина 1-й вид, $м^3$	1	3	360
Древесина 2-й вид, $м^3$	1	0,5	200
Трудоемкость, чел.-ч.	2,5	3	900

6. Фабрика изготовляет краску двух видов: для внутреннего и наружного пользования, используя при этом сырье двух видов: А и В. Расход сырья на 1 т краски каждого вида и общее количество исходных продуктов приведены в табл. 6. Цена реализации 1 т краски: для внутреннего пользования – 30 тыс. руб., для наружного – 40 тыс. руб. Установлено, что суточный спрос на краску для наружного пользования никогда не превышает 1,5 т. Определить, сколько краски каждого вида нужно производить фабрике, чтобы ее доход был максимальным. Также ответить на следующие вопросы: а) если запас сырья вида В снизится до 8 т, как это повлияет на выбор оптимального решения? б) если цена краски для наружного пользования вырастет до 50 тыс. руб. за 1 т, каким вследствие этого будет оптимальное решение?

Таблица 6

Сырье	Расход сырья на производство 1 т краски, т		Общий запас сырья
	для внутреннего пользования	для наружного пользования	
А	2	3	6
В	5	2	10

7. Составить математическую модель производства йогуртов молочным заводом по данным табл. 7. Найти оптим. план производства йогурта, обеспечивающий максимальную выручку заводу от реализации. Цена 1 кг йогурта: сливочный - 50 руб., молочный - 30 руб. Также определить, как повлияет на решение изменение цены на молочный йогурт на 10%.

Таблица 7

Ресурс	Расход на производство 1 ед. йогурта		Объем ресурса
	сливочный	молочный	
Молочная закваска, кг	0,2	0,3	240
Сливки, кг	0,6	0,2	480
Оборудование, ч	1	0,3	900

8. Завод выпускает изделия двух типов: газовый котел и газовая колонка; при этом используется сырье четырех видов. Расход сырья каждого вида на изготовление 1 ед. продукции и запас сырья приведены в табл. 8. Цена одного готового газового котла – 9 тыс. руб., газовой колонки – 6 тыс. руб.

Таблица 8

Сырье	Расход сырья на производство 1 ед. изделия, кг		Запас сырья. кг
	газовый котел	газовая колонка	
I	2	3	21
II	1	0	4
III	0	1	6
IV	2	1	10

Считая, что сбыт готовой продукции полностью обеспечен, установить план производства газовых котлов и газовых колонок, обеспечивающий максимальный доход от реализации. Также определить: если цена одной газовой колонки возрастет до 7 тыс. руб., как это повлияет на выбор решения?

9. Фабрика выпускает два вида тканей: ситец и бязь. Суточные ресурсы фабрики: 600 ед. производственного оборудования, 800 ед. сырья и 600 ед. электроэнергии, расход которых на 1 м ткани представлен в табл. 9. Цена 1 м ситца равна 80 руб., бязи - 100 руб. Установлено, что спрос на ткань первого вида никогда не превышает 180 м в сутки. Составить план производства тканей, при котором суточный доход фабрики будет максимальным. Также определить: если цена на ситец увеличится до 90 руб. за 1 м, то повлияет ли это на оптимальное решение?

Таблица 9

Ресурс	Расход ресурса на производство 1 м ткани, ед.	
	ситец	бязь
Оборудование	2	3
Сырье	1	8
Электроэнергия	3	4

10. Швейная фабрика выпускает юбки и брюки, используя имеющееся оборудование, электроэнергию и ткань. Расход ресурсов на производство 1 ед. продукции и запасы этих ресурсов приведены в табл. 10. Цена 1 ед. готовой продукции: юбка - 1000 руб., брюки - 1200 руб. Зная, что суточный спрос на брюки никогда не превышает 150 шт., составить план производства швейной фабрики, обеспечивающий максимальный доход. Также определить: если цена одной юбки снизится до 900 руб., как это повлияет на выбор оптимального решения?

Таблица 10

Ресурс	Расход на производство одного изделия		Общий запас ресурсов
	юбка	брюки	
Обрудование, чел.-ч	2	3	600
Электроэнергия, кВт · ч	4	2,5	1000
Ткань, м	1,5	2	900

11. Три станка обрабатывают два вида деталей - А и В. Каждая деталь проходит обработку на всех трех станках. Известны: время обработки детали на каждом станке и время работы станков в течение одного цикла производства (табл. 11). Цена одной детали А – 4 тыс. руб., В – 6 тыс. руб. Составить план производства деталей А и В, обеспечивающий максимальный доход цеху. Также определить, как повлияет на решение: а) снижение цены детали В до 5 тыс. руб.; б) снижение времени работы третьего станка до 21 ч за один цикл производства?

Таблица 11

Станок	Время обработки одной детали, ч		Время работы станка за один цикл производства, ч
	А	В	
I	1	2	16
II	1	1	40
III	3	1	24

12. Предприятие располагает ресурсами двух видов I и II в количестве 120 и 80 ед. соответственно. Эти ресурсы используют для выпуска продукции двух видов: $П_1$ и $П_2$. Расход на изготовление 1 ед. продукции $П_1$ составляет 2 ед. ресурса вида I и 2 ед. ресурса вида II; 1 ед. продукции $П_2$ - 3 ед. ресурса вида I и 1 ед. ресурса вида II. Цена 1 ед. продукции $П_1$ - 10 тыс. руб., продукции $П_2$ – 15 тыс. руб. Установлено, что спрос на продукцию $П_1$ никогда не превышает 22 ед. в сутки. Составить план производства продукции обоих видов, максимизирующий доход предприятия. Также определить, как повлияет на решение: а) снижение спроса на продукцию $П_1$ до 15 ед. в сутки; б) снижение цены на продукцию $П_2$ до 8 тыс. руб.

13. Для производства трех изделий *A*, *B* и *C* используются три вида сырья. Каждый из видов сырья используется в объеме, не превышающем 180, 210 и 236 кг соответственно. Нормы затрат каждого вида сырья на одно изделие и цена единицы изделий приведены в табл. 12. Определить план выпуска изделий, обеспечивающий получение максимального дохода. Также определить, как изменится решение при увеличении количества сырья 2 и 3 видов на 80 и 160 кг соответственно и при уменьшении количества сырья 1 вида на – 10 кг.

Таблица 12

Изделие	Нормы затрат сырья на одно изделие, кг			Цена изделия, ден. ед.
	1-й вид сырья	2-й вид сырья	3-й вид сырья	
A	4	2	1	10
B	3	1	3	14
C	1	2	5	12

14. Обработка деталей двух видов - А и В может производиться на трех станках, причем каждая деталь при изготовлении должна последовательно обрабатываться на каждом станке. Доход от реализации детали А составляет 10 тыс. руб., детали В - 16 тыс. руб. Исход-

ные данные приведены в табл. 13. Составить производственную программу, максимизирующую доход от реализации при условии, что спрос на детали В не превышает 200 шт. в сутки. Определить, фонд рабочего времени каких станков является излишним и на какую величину его можно уменьшить. Вычислить, увеличится ли доход от реализации, если фонд рабочего времени работы второго станка возрастет до 200 ч.

Таблица 13

Станок	Время обработки одной детали, ч		Время работы станка, ч
	A	B	
I	0,2	0,1	100
II	0,2	0,5	180
III	0,1	0,2	100

15. При продаже двух видов товаров А и В торговое предприятие использует четыре вида ресурсов. Расход ресурсов на реализацию 1 ед. товара и объем ресурсов приведены в таблице 14. Доход от реализации 1 ед. товара А составляет 20 тыс. руб., товара В – 30 тыс. руб. Составить план реализации товара, обеспечивающий торговому предприятию максимальный доход. Также определить, как изменится решение при снижении цен на 10%.

Таблица 14

Ресурс	Расход на реализацию 1 ед. товара		Объем ресурсов на предприятии
	A	B	
I	2	2	12
II	1	2	8
III	4	0	16
IV	0	4	12

16. Хозяйство располагает следующими производственными ресурсами: площадь пашни - 600 га, количество человеко-дней труда - 4000. В табл. 2.29 приведена информация о данном хозяйстве. Определить наиболее эффективное сочетание зерновых и кормовых культур при условии, что под кормовые культуры должно быть занято не более 300 га пашни. Также вычислить, как повлияет на решение увеличение площади пашни до 800 га.

Таблица 15

Ресурс	Расход ресурса	
	зерновые	кормовые
Труд, чел.-дн./га	5	10
Урожайность, ц/га	28	36

18. Фабрика по производству мягких игрушек выпускает собачек и мишек. Для их производства используются поролон и ткань. Расход этих материалов и их суточный запас приведены в табл. 16. Цена 1 ед. готовой продукции: собачка - 200 руб., мишка - 300 руб. Установлено, что суточный спрос на игрушки не превышает 300 шт.

Таблица 16

Материал	Расход на производство одного изделия		Суточный запас материалов
	собачка	мишка	
Ткань, м	1	1,5	900
Поролон, кг	2	1	800

Составить план производства фабрики игрушек, обеспечивающий максимальный доход от реализации. Также определить, как изменится решение, если: а) спрос на игрушки возрастет до 350 шт. в сутки; б) суточный запас поролона увеличится до 900 кг.

17. Определить оптимальный план производства мебели специализированным ателье по данным табл. 17, обеспечивающий максимальную выручку. Цена реализации 1 ед. продукции: стул - 900 руб., стол - 1500 руб. Также определить, как изменится решение при увеличении цены стула до 950 руб.

Таблица 17

Ресурс	Расход на производство 1 ед. продукции		Объем ресурсов
	стул	стол	
Древесина, кг	2,5	7,5	1250

Пластик, $м^2$	0,6	1,8	120
Трудоемкость, чел.-ч	2,4	3,6	1440

19. Найти оптимальный план производства мороженого городским хладокомбинатом, обеспечивающий наибольшую выручку от реализации мороженого (табл. 18). Цена 1 кг пломбира - 60 руб., крем-брюле — 55 руб. Также определить, как повлияет на решение снижение цены на крем-брюле до 45 руб.

Таблица 18

Ресурс	Расход на производство 1 кг продукции		Объем ресурса
	пломбир	крем-брюле	
Сливки, кг	0,6	0,4	360
Сахар, кг	0,4	0,3	240
Морозильник, ч	1	1,5	450

20. По данным таблицы 19 определить оптимальный план производства конфет кондитерской фабрикой «Заря», при котором фабрика получит наибольшую прибыль. Цена 1 кг конфет «Ромашка» - 90 руб., «Василек» - 120 руб. Также определить, как повлияет на решение изменение цены на конфеты «Василек» на 10%.

Таблица 19

Ресурс	Расход на производство 1 кг продукции		Объем ресурса
	«Ромашка»	«Василек»	
Сахар, кг	0,4	0,3	120
Шоколад, кг	0,3	0,5	150
Орехи, кг	0,3	0,2	120

Контрольная работа № 2.

Задание 1. Решить задачи методом потенциалов.

Задание 2. Сравнить найденное решение с решением, полученным в MS Excel.

1. Фирма, обслуживающая туристов прибывающих на отдых, должна разместить их в четырех отелях: «Морской», «Солнечный», «Слава» и «Уютный», в которых забронировано соответственно 5, 15, 15 и 10 мест. По железной дороге прибывают 15 туристов, очередным рейсом в аэропорт прилетают 25, а на морской вокзал прибудут на теплоходе 5 чел. Транспортные расходы (ден. ед. на 1 чел.) при перевозке из пунктов прибытия в отели приведены в табл. 20. В условиях жесткой конкуренции фирма должна минимизировать свои расходы, значительную часть которых составляет именно расходы на транспорт. Требуется определить такой план перевозки туристов из пункта прибытия в отели, при котором суммарные транспортные расходы будут минимальны и все туристы будут размещены в отелях.

Таблица 20

Пункт прибытия	Транспортные расходы при перевозке в отели, ден. ед.			
	«Морской»	«Солнечный»	«Слава»	«Уютный»
Железнодорожный вокзал	10	0	20	11
Аэропорт	12	7	9	20
Морской вокзал	10	14	16	18

2. Четыре овощехранилища каждый день обеспечивают картофелем три магазина. Магазины подали заявки соответственно, на 17, 12 и 32 т; овощехранилища имеют соответственно 20, 20, 15 и 25 т. Транспортные тарифы за перевозку картофеля от овощехранилища до магазина (ден. ед. за 1 т) указаны в табл. 21. Составьте план перевозок, минимизирующий суммарные транспортные расходы.

Таблица 21

Овощехранилище	Расход на перевозку до магазина, ден. ед. за 1 т		
	1	2	3
1	2	7	4
2	3	2	1
3	5	6	2
4	3	4	7

3. Имеются два склада готовой продукции: A_1 и A_2 с запасами однородного груза 200 и 300 т. Этот груз необходимо доставить трем потребителям: B_1, B_2, B_3 в количестве 100, 150, 250 т соответственно. Стоимость перевозки 1 т груза из склада A_1, потребителям B_1, B_2 и B_3 равна 5, 3, 6 ден. ед., а из склада A_2 тем же потребителям - 3, 4, 2 ден. ед. соответственно. Определить план перевозок, минимизирующий суммарные транспортные расходы.

4. Заводы 1, 2, 3 производят однородную продукцию в количестве соответственно 500, 400 и 510 ед. Себестоимость производства 1 ед. продукции на заводе 1 составляет 25 ден. ед., на заводе 2 - 20 ден. ед., на заводе 3 - 23 ден. ед. Продукция отправляется в пункты A, B, C, потребности которых равны 310, 390 и 450 ед. Минимизировать издержки, если стоимость перевозок 1 ед. продукции задана матрицей

$$C = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 3 & 5 & 4 \end{pmatrix}.$$

5. Имеются три специализированные мастерские - I, II, III по ремонту двигателей. Их производственные мощности равны соответственно 100, 700, 980 ремонтов в год. В пяти районах, обслуживаемых этими мастерскими, потребность в ремонте равна соответственно 90, 180, 150, 120, 80 двигателей в год. Затраты на перевозку одного двигателя из районов к мастерским приведены в табл. 22. Спланируйте количество ремонтов каждой мастерской для каждого из районов, минимизирующее суммарные транспортные расходы.

Таблица 22

Район	Расход на перевозку к мастерским, ден. ед.		
	I	II	III
1	4,5	3,7	8,3
2	2,1	4,3	2,4
3	7,5	7,1	4,2
4	5,3	1,2	6,2
5	4,1	6,7	3,1

6. Имеются 3 элеватора (I, II, III), в которых сосредоточено соответственно 1000, 2000 и 1600 т зерна. Зерно необходимо перевезти на два хлебозавода в количестве 4200 и 1200 т каждому. Расстояние от элеватора до хлебозавода (км) указано в табл. 23. Затраты на перевозку 1 т продукта на 1 км составляют 25 ден. ед. Спланируйте перевозки зерна из условия минимизации транспортных расходов.

Таблица 23

Хлебозавод	Расстояние от элеватора до завода, км		
	I	II	III
1	20	30	50
2	60	20	40

7. На строительство четырех объектов кирпич поступает с трех (I, II, III) заводов. Заводы имеют на складах соответственно 50, 100 и 50 тыс. шт. кирпича. Объекты требуют соответственно 50, 70, 40, 40 тыс. шт. кирпича. Тарифы (ден. ед./ тыс. шт.) приведены в табл. 24. Составьте план перевозок, минимизирующий суммарные транспортные расходы.

Таблица 24

Завод	Тариф, ден. ед./тыс. шт.			
	1	2	3	4
I	2	6	2	3
II	5	2	1	7
III	4	5	7	8

8. Для полива трех участков сада (I, II, III), на которых растут сливы, яблони и груши, служат три колодца. Колодцы могут дать соответственно 180, 90 и 40 ведер воды. Участки сада требуют для полива соответственно 100, 120 и 90 ведер воды. Расстояние (в метрах) от колодца до участка сада указано в табл. 25. Как лучше организовать полив?

Таблица 25

Колодец	Расстояние от колодца до участка, км		
	I	II	III
1	10	5	12
2	23	28	33
3	43	40	39

9. Для строительства четырех объектов используется кирпич, изготовляемый на трех заводах. Ежедневно каждый завод может изготовлять 100, 150 и 50 ед. кирпича. Ежедневные потребности в кирпиче на каждом строящемся объекте соответственно равны 75, 80, 60 и 85 ед. Известны также тарифы перевозок 1 ед. кирпича с каждого завода к каждому строящемуся объекту: $C = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 2 & 5 & 6 \\ 8 & 10 & 20 & 1 \end{pmatrix}$.

Составить такой план перевозок кирпича к строящимся объектам, при котором общая стоимость перевозок является минимальной.

10. На трех хлебокомбинатах ежедневно производится 110, 190 и 90 т муки. Эта мука потребляется четырьмя хлебозаводами, ежедневные потребности которых равны соответственно 80, 60, 170 и 80 т. Тарифы перевозок 1 т муки с хлебокомбинатов к каждому из хлебозаводов задаются матрицей

$$C = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 2 & 5 & 6 \\ 8 & 10 & 20 & 1 \end{pmatrix}.$$

Составить такой план доставки муки, при котором общая стоимость перевозок является минимальной.

11. В трех хранилищах горючего ежедневно хранится 175, 125 и 140 т бензина. Этот бензин ежедневно получают четыре заправочные станции в количествах, равных соответственно 180, 110, 60 и 40 т. Стоимость перевозок 1 т бензина с хранилищ к заправочным станциям задаются матрицей

$$C = \begin{pmatrix} 8 & 1 & 9 & 7 \\ 4 & 6 & 2 & 12 \\ 3 & 5 & 8 & 9 \end{pmatrix}.$$

Составить план поставок бензина заправочным станциям с минимальной стоимостью.

12. Три молочные фермы (I, II, III) с суточным производством 40, 25 и 35 тыс. л молока снабжают четыре молокозавода, спрос которых: 15, 40, 30 и 15 тыс. л молока в сутки. Молоко доставляется на заводы одинаковыми по вместимости молоковозами. Стоимость перевоза молока на расстояние 1 км составляет 3 ден. ед. Расстояние от фермы до молокозавода приведено в табл. 26.

Таблица 26

Ферма	Расстояние от фермы до молокозавода, км			
	1	2	3	4
I	10	5	7	4
II	7	4	9	10
III	6	14	8	7

Найти оптимальный план поставки молока с ферм на молокозаводы с минимальными транспортными издержками. Рассчитать стоимость доставки молока от каждой фермы до молокозавода.

13. Четыре бензохранилища (I, II, III, IV) с суточным объемом хранения 60, 40, 100 и 50 тыс. т авиационного бензина снабжают пять аэропортов, спрос на бензин которых составляет 30, 80, 65, 35 и 40 тыс. т бензина в сутки. Бензин транспортируется в аэропорты одинаковыми по вместимости бензозаправщиками. Стоимость провоза бензина бензозаправщиком на расстояние 1 км составляет 7 ден. ед. Расстояние от бензохранилища до аэропорта дано в табл. 27. Найти оптимальный план поставки бензина с минимальными транспортными издержками. Рассчитайте стоимость доставки бензина от каждого аэропорта до хранилища.

Таблица 27

Бензохранилище	Расстояние от бензохранилища до аэропорта, км				
	1	2	3	4	5
I	8	12	4	9	10
II	7	5	15	3	6
III	9	4	6	12	7
IV	5	3	2	6	4

14. Торговая фирма «Весна и осень» включает четыре предприятия (I, II, III, IV) и шесть складов в различных регионах страны. Каждый месяц предприятия фирмы производят 100, 15, 90 и 55 ед. продукции. Вся производимая продукция направляется на склады, вместимость которых соответственно 30, 40, 55, 80, 45 и 10 ед. продукции. Денежные издержки на транспортировку продукции от предприятий до складов (ден. ед.) даны в табл. 28. Распределите план перевозок исходя из условия минимизации ежемесячных расходов на транспортировку.

Таблица 28

Предприятие	Расход на транспортировку до склада, ден. ед.					
	1	2	3	4	5	6
I	1	5	2	2	1	6
II	3	6	2	4	3	3
III	8	10	4	5	6	8
IV	7	3	7	9	1	2

15. Четыре растворных узла (I, II, III, IV) поставляют раствор четырем строительным фирмам. Для перевозки раствора используются однотипные автомашины. Объем производства растворных узлов в день равен 30, 20, 40, 50 т. Потребности строительных фирм в день: 35, 20, 55, 30 т. Расстояния в километрах от растворных узлов до строительных объектов указаны в табл. 29. Определить, в каком объеме, из каких растворных узлов и куда должен доставляться раствор, чтобы транспортные издержки по его доставке автотранспортом были минимальными.

Таблица 29

Растворный узел	Расстояние от узла до строительной фирмы, км			
	1	2	3	4
I	2	4	1	3
II	5	6	3	4
III	3	6	7	5
IV	1	2	9	3

16. Для строительства четырех участков дорожной магистрали необходимо завозить песок. Песок может быть поставлен из трех карьеров (I, II, III). Перевозка песка от карьера до участка осуществляется грузовиками одинаковой грузоподъемности. Расстояния от карьеров до участков и количество песка в каждом карьере приведены в табл. 30. Потребность в песке на каждом участке дороги: 1 – 15 тыс. т, 2 – 15 тыс. т, 3 – 40 тыс. т, 4 – 30 тыс. т.

Таблица 30

Карьер	Расстояние от карьера до участка, км				Количество песка в карьере, тыс. т
	1	2	3	4	
I	1	8	2	3	30
II	4	7	5	1	50
III	5	3	4	4	20

Составьте план перевозок, минимизирующий общий пробег грузовиков.

17. Имеются четыре овощехранилища (I, II, III, IV), расположенные в разных районах города, в которых сосредоточено соответственно 10, 20, 35 и 45 т овощей. Овощи необходимо перевезти четырем потребителям в количестве соответственно 25, 30, 40 и 15 т. Расстояния от хранилищ до потребителей (км) даны в табл. 31. Затраты на перевозку 1 т овощей на 1 км постоянны и равны 20 руб. Определить план перевозок продукта от хранилищ до потребителей из условия минимизации транспортных расходов.

Таблица 31

Хранилище	Расстояние от хранилища до потребителя, км			
	1	2	3	4
I	7	3	3	8
II	7	6	2	7
III	4	7	7	3
IV	5	2	4	5

18. Деревообрабатывающий комбинат имеет три цеха: А, В, С и четыре склада. Цеха и склады находятся на разных территориях. Цех А производит 40 тыс. $м^3$ материала, цех В – 30 тыс. $м^3$; цех С – 20 тыс. $м^3$ материала. Пропускная способность складов за то же время следующая: склад 1 – 30 тыс. $м^3$ материала, склад 2 – 25 тыс. $м^3$, склад 3 – 15 тыс. $м^3$ и склад 4 – 20 тыс. $м^3$ материала. Стоимость перевозки 1 $м^3$ материала из цеха А на склады 1, 2, 3, 4 соответственно: 10, 20, 60, 40 ден. ед., из цеха В - соответственно 30, 10, 30, 20, а из цеха С - соответственно 50, 70, 50, 10 ден. ед. Составьте план перевозки изделий, при котором расходы на перевозку материала были бы наименьшими.

19. Требуется спланировать перевозку строительного материала с трех заводов на четыре строительные площадки с минимальными затратами, используя железнодорожную сеть. В течение каждого квартала на четырех площадках требуется соответственно 5,10, 20,15 вагонов строительных материалов. Возможности трех заводов равны соответственно 10, 15 и 25 вагонов в квартал. Стоимость перевозки одного вагона (ден. ед.) приведена в табл. 32.

Таблица 32

Заводы	Строительные площадки			
	1	2	3	4
1	8	3	5	2
2	4	1	6	4
3	1	9	4	3

20. Организация получила заказы на три вида выпускаемой ею продукции (бокалы, чашки и вазы), которые необходимо изготовить в течение недели. Размеры заказов: бокалы - 4000 шт., чашки - 2400 шт., вазы - 1000 шт. Участок по изготовлению имеет три станка. Производственные мощности 2-го и 3-го станков на эту неделю составят по 3000 шт., а 1-го станка - 2000 шт. Единичные затраты (ден. ед.) по каждому виду продукции различны в зависимости от используемого станка и приведены в табл. 33. Найти план производства для заказанных видов продукции с наименьшей стоимостью.

Таблица 33

Станок	Бокалы	Чашки	Вазы
1	1,2	1,3	1,1
2	1,4	1,2	1,5
3	1,1	1,0	1,3

Контрольная работа №3.

Решить задачу дробно-линейного программирования симплексным методом.

1. $F(\bar{x}) = \dfrac{2x_1 - x_2}{x_1 + 2x_2 + 1} \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \le 2, \\ 2x_1 + x_2 \le 6, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

2. $F(\bar{x}) = \dfrac{x_1 + 3x_2}{2 + x_1 + x_2} \to \min$,

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \ge 4, \\ 3x_1 - x_2 \le 6, \\ x_1 + x_2 \le 3, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

3. $F(\bar{x}) = \dfrac{x_1 - x_2 + x_3}{2x_1 + x_3 + 1} \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + 3x_3 = 2, \\ -x_1 + 2x_2 - x_3 = 4, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

4. $F(\bar{x}) = \dfrac{x_1 - x_2 + 3}{2x_1 + 3x_2 + 1} \to \max$,

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 9, \\ x_1 + x_2 \leq 6, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

5. $F(\bar{x}) = \dfrac{5x_1 + 3x_2}{x_1 + 3x_2} \to \max$,

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \geq 12, \\ -x_1 + 6x_2 \leq 18, \\ x_1 - 3x_2 \leq 3, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

6. $F(\bar{x}) = \dfrac{-5x_1 + 4x_2}{-2x_1 - 3x_2} \to \min$,

$$\begin{cases} 2x_1 - 4x_2 \leq 12, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ x_1 + x_2 \geq 10, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

7. $F(\bar{x}) = \dfrac{3x_1 - 2x_2}{x_1 + 2x_2} \to \max$,

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 16, \\ -4x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ x_1 + 3x_2 \geq 9, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

8. $F(\bar{x}) = \dfrac{3x_1 - x_2}{x_1 + x_2} \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 5, \\ -x_1 + 3x_2 \leq 7, \\ 3x_1 - x_2 \leq 11, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

9. $F(\bar{x}) = \dfrac{2x_1 + x_2}{x_1 + x_2} \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 11, \\ x_1 - x_2 \leq 8, \\ -x_1 + 3x_2 \leq 9, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

10. $F(\bar{x}) = \dfrac{x_1 - 2x_2}{3x_1 + x_2 + 2} \to \min$,

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \geq 7, \\ -x_1 + 4x_2 \leq 5, \\ 4x_1 - 3x_2 \leq 17, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Контрольная работа №4.

Решить задачу оптимального распределения инвестиций методом динамического программирования.

1-5. Составить оптимальный план распределения инвестиций между четырьмя предприятиями (1,2,3,4), обеспечивающий максимальное увеличение выпуска продукции. Исходные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вариант	Объем инвестиций, ден. ед., x_i	Прирост выпуска продукции предприятия в зависимости от объема инвестиций, ден. ед., $f_i(x_i)$			
		1	2	3	4
1	0	0	0	0	0
	20	12	14	13	18
	40	33	28	38	39
	60	44	38	47	48
	80	64	56	62	65
	100	78	80	79	82

2	0	0	0	0	0
	200	100	150	100	150
	400	300	250	400	350
	600	400	300	450	450
	800	600	500	650	650
	1000	700	800	750	850
3	0	0	0	0	0
	200	100	150	100	150
	400	300	350	400	250
	600	400	450	600	550
	800	600	500	750	850
4	0	0	0	0	0
	200	120	150	100	50
	400	200	250	300	350
	600	450	350	450	450
	800	600	700	650	750
	1000	700	850	700	950
5	0	0	0	0	0
	20	10	15	10	15
	40	30	25	40	35
	60	40	30	45	45
	80	60	50	65	65
	100	70	80	75	85

6-10. Составить оптимальный план распределения инвестиций между тремя предприятиями (1,2,3), обеспечивающий максимальное увеличение выпуска продукции. Исходные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вариант	Объем инвестиций, ден. ед., x_i	Прирост выпуска продукции предприятия в зависимости от объема инвестиций, ден. ед., $f_i(x_i)$		
		1	2	3
6	0	0	0	0
	200	100	140	200
	400	300	280	400
	600	400	380	500
	800	600	560	600
7	0	0	0	0
	100	10	40	50
	200	50	150	100
	300	100	220	250
	400	200	300	350
	500	250	350	400
	600	400	450	500
8	0	0	0	0
	100	60	40	50
	200	50	150	100
	300	150	200	250
	400	250	300	300
	500	350	350	450
	600	500	450	550

9	0	0	0	0
	200	10	40	50
	400	150	250	100
	600	300	300	450
	800	600	500	650
10	0	0	0	0
	100	10	40	50
	200	250	150	100
	300	300	350	250
	400	400	450	350
	500	450	450	550
	600	750	600	800

11-20. В табл. 3 приведены значения $f_j(x_i)$ возможного прироста прибыли на четырех предприятиях в зависимости от выделенной на реконструкцию и модернизацию производства суммы x_i. Распределить между предприятиями имеющиеся 100 ден. ед., чтобы общий прирост прибыли был максимальным.

Таблица 3

Вариант	Выделяемые средства, ден. ед., x_i	Прирост прибыли предприятия в зависимости от объема выделяемых средств, ден. ед., $f_j(x_i)$			
		1	2	3	4
11	0	0	0	0	0
	20	9	11	16	13
	40	18	19	32	27
	60	24	30	40	44
	80	38	44	57	69
	100	50	59	70	73
12	0	0	0	0	0
	20	9	11	13	12
	40	17	34	28	35
	60	29	46	37	40
	80	38	53	49	54
	100	47	75	61	73
13	0	0	0	0	0
	20	7	9	17	16
	40	29	19	27	30
	60	37	28	37	42
	80	41	37	48	65
	100	59	46	66	81
14	0	0	0	0	0
	20	9	12	11	14
	40	20	25	20	23
	60	35	34	32	40
	80	44	46	48	50
	100	57	57	61	58
15	0	0	0	0	0
	20	9	8	12	7
	40	18	19	25	15
	60	29	30	51	52
	80	41	47	58	59
	100	60	58	69	60

16	0	0	0	0	0
	20	11	13	12	10
	40	21	20	22	27
	60	40	42	34	33
	80	54	45	55	57
	100	62	61	60	69
17	0	0	0	0	0
	20	12	16	9	15
	40	26	21	17	25
	60	40	36	35	51
	80	60	49	51	62
	100	72	63	65	76
18	0	0	0	0	0
	20	14	12	13	7
	40	24	30	25	33
	60	37	42	45	46
	80	45	58	62	60
	100	58	71	70	68
19	0	0	0	0	0
	20	16	10	15	17
	40	28	29	27	23
	60	36	42	46	38
	80	49	50	58	53
	100	60	74	65	67
20	0	0	0	0	0
	20	12	14	11	16
	40	28	26	24	21
	60	39	40	43	36
	80	47	51	51	49
	100	69	68	68	72

Задания для индивидуальной домашней работы

Индивидуальное задание №1. Найти экстремумы функции:

1. $y = x_1^2 - x_1x_2 + x_2^2 + 9x_1 - 6x_2 + 20;$

2. $y = x_1\sqrt{x_2} - x_1^2 - x_2 + 6x_1;$

3. $y = x_1^3 + x_2^3 - 6x_1x_2 + 1;$

4. $y = 2x_1x_2 - 4x_1 - 2x_2;$

5. $y = e^{\frac{x_1}{2}}(x_1 + x_2^2);$

6. $y = 3x_1 + 6x_2 - x_1^2 - x_1x_2 - x_2^2;$

7. $y = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1 - 4\sqrt{x_1x_2} - 2x_2 + 8;$

8. $y = 2x_1^3 - x_1x_2^2 + 5x_1^2 + x_2^2;$

9. $y = 3x_1^2 - 2x_1\sqrt{x_2} + x_2 - 8x_1 + 8;$

10. $y = x_1^2 - (x_2 - 1)^2;$

11. $y = \dfrac{1}{x_1} + \dfrac{1}{x_2}$ *при* $x_1 + x_2 = 2;$

12. $y = x_1 + x_2$ *при* $\dfrac{1}{x_1^2} + \dfrac{1}{x_2^2} = \dfrac{1}{2}$;

13. $y = x_1 - x_2 + 4$ *при* $4x_1 - x_2^2 = 0$;

14. $y = x_1^2 + x_2^2$ *при* $x_1 + x_2 - 1 = 0$;

15. $y = x_1 x_2$ *при* $x_1^2 + x_2^2 = 2$;

16. $y = x_1^3 + x_2^3$ *при* $x_1 + x_2 - 2 = 0$;

17. $y = x_1 x_2 + x_2 x_3$ *при* $\begin{cases} x_1 + x_2 = 2, \\ x_2 + x_3 = 2; \end{cases}$

18. $y = x_1 x_3 - x_2 x_3$ *при* $\begin{cases} x_2 + 2x_3 = 3, \\ x_1 + x_2 = 2. \end{cases}$

19. В области решений системы

$$\begin{cases} 0 \le x_1 \le 5, \\ 0 \le x_2 \le 10 \end{cases}$$

Найти условные экстремумы функции $y = (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 3)^2$ при условии $x_1 + x_2 = 7$.

20. В области решений неравенства $x_1^2 + x_2^2 \le 16$ найти условные экстремумы функции $y = x_1^2 + x_2^2$ при условии $x_1 - x_2 = 4$.

Индивидуальная работа №2. Решить задачи при условии целочисленности компонент в оптимальном плане методом ветвей и границ. Сравнить найденное решение с решением, найденным в MS Excel.

1. $F(\bar{x}) = 2x_1 - 8x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 16, \\ 6x_1 + 2x_2 \le 40, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

2. $F(\bar{x}) = -x_2 \to \min$;

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \le 6, \\ -3x_1 + 2x_2 \le 0, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

3. $F(\bar{x}) = 2x_1 - x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \le 0, \\ x_1 - x_2 \ge -1, \\ x_1 + x_2 \le 3,2, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

4. $F(\bar{x}) = -x_1 - x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \le 0, \\ x_1 - x_2 \ge -1, \\ x_1 \ge 0,75, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

5. $F(\bar{x}) = 10x_1 + x_2 \to \min$;

$$\begin{cases} -x_1 + 0,5x_2 \ge 2, \\ 2x_1 + x_2 \le 6, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

6. $F(\bar{x}) = 2x_1 + 4x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \le 19/3, \\ x_1 + 3x_2 \le 10, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

7. $F(\bar{x}) = 2x_1 + 3x_2 \to \min$;

8. $F(\bar{x}) = 30x_1 + 44x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \ge 6, \\ 2x_1 + 4x_2 \ge 10, \\ x_1 \le 20, \\ x_2 \le 30, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \le 580, \\ 4x_1 + 4x_2 \le 680, \\ 3x_1 + 2x_2 \le 380, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

9. $F(\bar{x}) = 3x_1 - x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} x_1 \le 2,25, \\ x_2 \le 3, \\ x_1 + x_2 \le 3,5, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

10. $F(\bar{x}) = 52x_1 + 39x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \le 300, \\ 3x_1 + 4x_2 \le 477, \\ 5x_1 + x_2 \le 441, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

11. $F(\bar{x}) = -2x_1 + x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \ge 11, \\ x_1 - x_2 \ge 10, \\ x_1 + x_2 \ge -1, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

12. $F(\bar{x}) = 33x_1 + 24x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \le 330, \\ 2x_1 + 8x_2 \le 800, \\ 5x_1 + 6x_2 \le 740, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

13. $F(\bar{x}) = 42x_1 + 26x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 \le 600, \\ 3x_1 + x_2 \le 350, \\ x_1 + 5x_2 \le 600, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

14. $F(\bar{x}) = 34x_1 + 36x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} 5x_1 + 4x_2 \le 810, \\ 4x_1 + 2x_2 \le 980, \\ 3x_1 + 6x_2 \le 786, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

15. $F(\bar{x}) = x_1 + x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} -x_1 + 0,5x_2 \le 0,5, \\ 2x_1 + x_2 \le 6, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

16. $F(\bar{x}) = x_1 + 2x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} 7x_1 + 5x_2 \le 35, \\ -2x_1 + 3x_2 \le 6, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

17. $F(\bar{x}) = 3x_1 + 2x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 13, \\ x_1 - x_2 \le 6, \\ -3x_1 + x_2 \le 9, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

18. $F(\bar{x}) = 5x_1 + 7x_2 \to \min$;

$$\begin{cases} -3x_1 + 14x_2 \le 78, \\ 5x_1 - 6x_2 \le 26, \\ x_1 + 4x_2 \ge 25, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

19. $F(\bar{x}) = 2x_1 + x_2 \to \max$;

$$\begin{cases} 6x_1 + 4x_2 \ge 24, \\ -3x_1 + 3x_2 \le 9, \\ -x_1 + 3x_2 \ge 3, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

20. $F(\bar{x}) = 6x_1 + x_2 \to \min$;

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 \ge 9, \\ 2x_1 + 3x_2 \le 50, \\ -x_1 + 4x_2 \ge 18, \\ x_1, x_2 \ge 0, \text{ целые.} \end{cases}$$

Индивидуальная работа №3.

Задание 1. Разработать оптимальную стратегию относительно оборудования возраста не старше 10 лет если известны: стоимость $v(t)$ продукции, производимой в течение года с использованием данного оборудования; ежегодные расходы $r(t)$, связанные с эксплуатацией оборудования; его остаточная стоимость $s(t)$; стоимость $p(t)$ нового оборудования (сюда же включены расходы, связанные с установкой, наладкой и запуском оборудования).

Задание 2. После составления матрицы максимальных доходов сформировать оптимальные стратегии в отношении оборудования данного возраста t в плановом периоде данной продолжительности N. Все числовые данные приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Вариант	t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	$v(t)$	20	20	20	19	19	18	18	17	17	16	15
	$r(t)$	10	11	12	12	13	13	14	14	15	15	15
12	$v(t)$	22	22	21	21	21	20	20	19	19	19	18
	$r(t)$	12	13	13	14	15	15	16	16	17	18	18
13	$v(t)$	25	24	24	23	22	22	21	21	21	20	20
	$r(t)$	13	13	14	15	15	16	16	17	18	19	20
14	$v(t)$	28	27	27	26	25	25	24	23	23	22	21
	$r(t)$	16	16	17	17	17	18	18	19	20	20	21
15	$v(t)$	21	20	19	19	18	18	17	16	16	15	15
	$r(t)$	11	11	11	12	12	13	13	13	14	14	15
16	$v(t)$	24	24	24	23	23	22	21	21	21	20	20
	$r(t)$	13	14	15	16	17	17	17	18	19	19	20
17	$v(t)$	28	27	26	25	24	24	23	22	22	22	21
	$r(t)$	15	15	16	17	17	18	19	20	20	21	21
18	$v(t)$	20	20	19	18	17	16	16	15	15	14	13
	$r(t)$	8	9	9	10	10	10	11	11	12	13	13
19	$v(t)$	26	25	25	24	24	23	23	23	22	21	21
	$r(t)$	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	21
20	$v(t)$	23	23	22	22	21	20	20	20	19	18	18
	$r(t)$	11	12	13	14	14	15	16	17	17	17	18

Таблица 5

Вариант	Продолжительность периода N		Возраст t оборудования		Остаточная стоимость $s(t)$	Стоимость $p(t)$ нового оборудования
11	10	8	7	1	0	10
12	10	6	7	4	2	11
13	10	7	8	5	2	14
14	10	8	6	5	0	10
15	10	6	8	4	3	10
16	10	9	7	6	0	8
17	10	8	6	5	5	17
18	10	7	9	4	2	12
19	10	9	6	8	0	6
20	10	6	9	3	1	13

Типовые контрольные задания
для оценки сформированности компетенций в результате изучения
дисциплины в процессе освоения образовательной программы,
соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	№ вопроса / задания для проверки уровня обученности		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2 - способен анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования			

Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.	Вопросы 1-6	Задание 1-10	Задание 1
Раздел 2. Линейное программирование.	Вопросы 7-20	Задание 11-20	Задание 2
ПК-23 - способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач			
Раздел 3. Нелинейное программирование.	Вопросы 21-26	Задание 21-30	Задание 3
Раздел 4. Динамическое программирование.	Вопросы 27-32	Задание 31-40	Задание 4

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (ответьте на теоретические вопросы)

1. Предмет, метод и задачи курса исследования операций.
2. Понятие о математическом моделировании. Классификация моделей.
3. Построение математических моделей экономических задач.
4. Компьютерные технологии в математическом моделировании.
5. Классические задачи оптимизации.
6. Геометрическое представление задач ЛП. Графический способ решения задач ЛП.
7. Постановка общей задачи линейного программирования (ЛП).
8. Построение опорных планов при решении задач симплексным методом.
9. Алгоритм простого симплекс-метода.
10. Задачи ЛП со смешанными ограничениями. Метод искусственного базиса (М-метод).
11. Понятие двойственности в ЛП. Правила построения двойственной задачи.
12. Экономическое исследование задач ЛП с помощью теории двойственности.
13. Решение задач линейного программирования в табличном процессоре MS Excel. Отчет по результатам, устойчивости, пределам.
14. Постановка и математическая модель транспортной задачи.
15. Открытая и закрытая модель транспортной задачи.
16. Методы построения первоначального опорного плана транспортной задачи.
17. Решение транспортной задачи распределительным методом. Метод потенциалов.
18. Решение транспортной задачи в табличном процессоре MS Excel.
19. Постановка целочисленной задачи линейного программирования.
20. Метод ветвей и границ решения целочисленной задачи линейного программирования.
21. Общая задача нелинейного программирования.
22. Методы решения задач нелинейного программирования.
23. Метод множителей Лагранжа.
24. Выпуклое множество. Выпуклые (вогнутые) функции, их свойства.
25. Задача выпуклого программирования.
26. Дробно-линейное программирование.
27. Динамическое программирование (ДП).
28. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования.
29. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана.
30. Задача об инвестициях.
31. Задача выбора оптимальной стратегии обновления оборудования.
32. Задача выбора наивыгоднейшего пути между двумя пунктами

Вопросы / Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ (выполните предложенное задание)

1. Начальным этапом математического моделирования является:
   а) формализация задачи;
   б) анализ численных результатов;
   в) построение математической модели;
   г) постановка экономической проблемы.
2. Заключительным этапом математического моделирования является:

а) формализация задачи;
б) анализ численных результатов;
в) построение математической модели;
г) анализ ситуации.

3. Экономико-математическая модель включает:
а) оптимальное решение;
б) постановку экономической проблемы;
в) целевую функцию, ограничения, условие неотрицательности переменных;
г) систему неравенств.

4. Как изменится прибыль, если выпустить одну единицу нерентабельной продукции:
а) увеличится;
б) уменьшится;
в) не изменится.

5. Как изменится прибыль, если приобрести одну единицу дефицитного сырья:
а) увеличится;
б) уменьшится;
в) не изменится.

6. Ограничения-неравенства задачи линейного программирования в графической интерпретации представляют собой:
а) линию;
б) плоскость;
в) полуплоскость.

7. Ограничения-равенства задачи линейного программирования в графическом смысле представляют собой:
а) линию;
б) плоскость;
в) полуплоскость.

8. Количество базисных переменных в задаче ЛП с m ограничениями:
а) меньше m;
б) равно m;
в) больше m.

9. Какое экономическое содержание имеют основные переменные:
а) объемы недостающих ресурсов;
б) объемы выпускаемой продукции;
в) объемы имеющихся ресурсов?

10. Какое экономическое содержание имеют дополнительные переменные:
а) объемы остаточных ресурсов;
б) объемы выпускаемой продукции;
в) объемы имеющихся ресурсов?

11. Дополнительные переменные вводятся в:
а) ограничения;
б) целевую функцию;
в) ограничения и целевую функцию.

12. Дополнительные переменные вводятся в ограничения:
а) всегда со знаком плюс;
б) с отрицательным коэффициентом, если задача решается на max, или с положительным коэффициентом, если задача решается на min;
в) со знаком плюс, если ограничение $\leq$, или со знаком минус, если ограничение $\geq$.

13. Задача линейного программирования приводится к каноническому виду путем:
а) введения дополнительных переменных и обращения неравенств в равенства;
б) исключения базисных переменных;
в) исключения дополнительных переменных.

14. Какой из нижеперечисленных методов является методом построения исходного плана транспортных задач ЛП:

а) метод максимального элемента;
б) метод минимального элемента;
в) метод юго-восточного угла?

15. Если на каком-либо этапе количество заполненных клеток в транспортной задаче не удовлетворяет условиям допустимости, такое решение называется:
а) расходящимся;
б) вырожденным;
в) несовместным.

16. Если план вырожденный, тогда в недостающее количество заполненных клеток, записывают поставки, равные:
а) 0;
б) 1;
в) 2;
г) 3.

17. Из базиса исключается переменная:
а) которая соответствует разрешающей строке;
б) которая соответствует разрешающему столбцу;
в) которая имеет отрицательное значение.

18. Дополнительные переменные вводятся в задачу линейного программирования для:
а) упрощения задачи;
б) для обращения ограничений в равенство;
в) для оптимизации целевой функции.

19. Если в транспортной задаче запасы поставщиков превышают потребность потребителей, в задачу необходимо ввести:
а) фиктивного поставщика;
б) фиктивного потребителя;
в) фиктивного поставщика и фиктивного потребителя.

20. Если в транспортной задаче запросы потребителей превышают запасы поставщиков, в задачу необходимо ввести:
а) фиктивного поставщика;
б) фиктивного потребителя;
в) фиктивного поставщика и фиктивного потребителя.

21. Общая задача линейного программирования - это:
а) определение значений переменных, при которых целевая функция принимает максимальное (или минимальное значение);
б) задача о нахождении оптимума нелинейной функции на линейной области ограничений;
в) задача о нахождении области допустимых значений.

22. В линейном программировании целевая функция и ограничения выражены:
а) дифференциальными уравнениями;
б) нелинейными соотношениями;
в) интегралами;
г) линейными соотношениями.

23. Линейное программирование - это:
а) программирование на алгоритмических языках;
б) использование пакетов прикладных программ;
в) область прикладной математики;
г) раздел физики.

24. В задаче ЛП можно поменять направление оптимума путем:
а) изменения знаков коэффициентов целевой функции на -;
б) изменение знаков ограничений на обратные;
в) изменения знаков коэффициентов целевой функции на обратные.

25. Целью транспортной задачи ЛП является:
а) максимизация прибыли;

б) минимизация затрат на перевозки;

в) максимизация выручки от перевозок.

26. Как определяется разрешающий столбец при решении задач максимизации целевой функции (F_{max}):

а) разрешающий столбец содержит наибольший по модулю отрицательный элемент строки (m +1);

б) разрешающий столбец содержит наименьший по модулю отрицательный элемент строки (m + 1);

в) разрешающий столбец содержит наибольший положительный элемент строки (m +1)?

27. Как определяется разрешающий столбец при решении задач минимизации целевой функции (F_{min}):

а) разрешающий столбец содержит наибольший по модулю отрицательный элемент строки (m + 1);

б) разрешающий столбец содержит наименьший по модулю отрицательный элемент строки (m + 1);

в) разрешающий столбец содержит наибольший положительный элемент строки (m +1)?

28. Как определяется разрешающая строка:

а) по минимуму отношений значений столбца b к соответствующим отрицательным элементам разрешающего столбца;

б) по минимуму отношений значений столбца b к соответствующим положительным элементам разрешающего столбца;

в) по максимуму отношений значений столбца b к соответствующим положительным элементам разрешающего столбца?

29. Разрешающий элемент симплекс-таблицы может иметь только:

а) положительное значение;

б) отрицательное значение;

в) нулевое значение

30. Избавиться от вырожденности в транспортной задаче можно путем:

а) введения дополнительных переменных;

б) введения фиктивных поставщиков;

в) введения фиктивных нулевых поставок.

31. Какое условие для занятых клеток используется при определении потенциалов u_i и v_j:

а) $u_i + v_j \le c_{ij}$;

б) $u_i + v_j \ne c_{ij}$;

в) $u_i + v_j \ge c_{ij}$;

г) $u_i + v_j = c_{ij}$.

32. На промежуточных итерациях симплекс-метода базисные переменные всегда:

а) равны нулю;

б) удовлетворяют системе ограничений задачи;

в) меньше нуля.

33. На промежуточных итерациях симплекс-метода небазисные переменные всегда:

а) равны нулю;

б) больше нуля;

в) меньше нуля.

34. Опорный план называется невырожденным, если количество занятых клеток в транспортной таблице равно:

а) $m + n + 1$;

б) $m + n$ -1;

в) $m - n + 1$;

г) $m + n$.

35. Какое условие должно выполняться, чтобы транспортная задача была закрытой? В усло-

виях приняты обозначения: a_i - наличие груза у i-го поставщика; b_j - потребность груза j-го потребителя.

а) $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$;

б) $\sum_{i=1}^{m} a_i > \sum_{j=1}^{n} b_j$;

в) $\sum_{i=1}^{m} a_i < \sum_{j=1}^{n} b_j$;

г) $\sum_{i=1}^{m} a_i \geq \sum_{j=1}^{n} b_j$.

36. Укажите критерий оптимальности при решении задач максимизации:

а) отсутствие в последней строке (m+1) симплекс-таблицы отрицательных элементов;

б) отсутствие в последней строке (m+1) симплекс-таблицы положительных элементов;

в) отсутствие в последней строке (m+1) симплекс-таблицы нулевых элементов.

37. Укажите критерий оптимальности при решении задач минимизации:

а) отсутствие в последней строке (m+1) симплекс-таблицы отрицательных элементов;

б) отсутствие в последней строке (m+1) симплекс-таблицы положительных элементов;

в) отсутствие в последней строке (m+1) симплекс-таблицы нулевых элементов.

38. Какое из перечисленных условий является критерием оптимальности транспортной задачи:

а) разность потенциалов для пустых клеток больше стоимости перевозок;

б) сумма потенциалов для пустых клеток меньше их стоимости перевозок;

в) отсутствие отрицательных потенциалов

в) в клетках с минимальной стоимостью.

39. Для пересчета в улучшаемом многоугольнике транспортной задачи принимается:

а) максимальная поставка, лежащая в вершине со знаком плюс;

б) минимальная поставка, лежащая в вершине со знаком плюс;

в) минимальная поставка, лежащая в вершине со знаком минус.

40. Для получения улучшенного решения в транспортной задаче:

а) исключают одну поставку;

б) добавляют одну поставку;

в) строят улучшающий многоугольник.

Задания для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ (решите практическую (ситуационную) задачу)

Задание 1. Построить экономико-математическую модель задачи. Найти оптимальное решение задачи с помощью табличного процессора *MS Excel*. Провести экономический анализ полученных результатов.

1. В районе лесного массива имеются лесопильный завод и фанерная фабрика. Чтобы получить 2,5 м^3 коммерчески реализуемых комплектов пиломатериалов, необходимо израсходовать 2,5 м^3 еловых и 7,5 м^3 пихтовых лесоматериалов. Для приготовления листов фанеры по 100 м^2 требуется 5 м^3 еловых и 10 м^3 пихтовых лесоматериалов. Лесной массив содержит 80 м^3 еловых и 180 м^3 пихтовых лесоматериалов. Согласно условиям поставок в течение планируемого периода необходимо произвести по крайней мере 10 м^3 пиломатериалов и 1200 м^2 фанеры. Доход с 1 м^3 пиломатериалов составляет 1600 руб., а со 100 м^2 фанеры - 6000 руб. Найти оптимальный плана производства пиломатериалов и фанеры, при котором прибыль будет наибольшей.

2. Требуется определить план выпуска четырех видов продукции, обеспечивающий максимальную прибыль от ее реализации. На изготовление этой продукции расходуются трудовые ресурсы, сырье и финансы, имеющиеся в наличии в следующих количествах: 19,

80 и 100 ед. соответственно. С учетом рыночного спроса и производственно-технологических возможностей заданы предельные границы (верхняя и нижняя) выпуска каждого вида продукции. Эти границы и расход ресурсов, а также маржинальная прибыль (разность между выручкой и переменными издержками) на производство 1 ед. продукции приведены в таблице.

Вид продукции	Расход на производство 1 ед. продукции			Нижняя граница	Верхняя граница	Прибыль, руб.
	трудовые	сырье	финансы			
1	1	7	5	3	5	700
2	2	4	7	1	-	600
3	1	5	9	1	3	1000
4	2	4	8	2	4	1400

3. Ткань трех артикулов (1, 2, 3) производится на ткацких станках двух типов с различной производительностью. Для изготовления ткани используются пряжа и красители. В таблице указаны мощность станков (тыс. станко-ч), объем пряжи и красителей (тыс. кг), производительность станков по каждому виду ткани (м/ч), расход пряжи и краски (кг на 1000 м). Цена 1 м ткани: 1 – 15 ден. ед., 2 – 15 ден. ед., 3 - 20 ден. ед. Определить оптимальный ассортимент, дающий максимальную прибыль, если себестоимость 1 м ткани составляет соответственно 3, 5 и 15 ден. ед.

Ресурс	Объем ресурса	Расход ресурса по видам ткани		
		1	2	3
Станки 1 типа	30	20	10	25
Станки 2 типа	45	8	20	10
Пряжа	30	120	180	210
Красители	1	10	5	8

4. Продовольственная компания поставляет четыре различных типа пищевых добавок для зоопарка. Цены на эти продукты равны соответственно 50, 20, 30 и 80 долл. Согласно нормативным требованиям суммарная энергетическая ценность добавок в ежедневном рационе должна быть не менее 2500 ккал, а также в рационе должно быть не менее 6 ед. витамина А, 10 ед. витамина В и 8 ед. витамина С. Вместе с полезными веществами добавки содержат примеси, количество которых ежедневно не должно превышать 5% общего количества. Энергетическая ценность и содержание витаминов и примесей в пищевых добавках приведены в таблице. Компания хотела бы определить наилучшую рецептуру смеси из производимых ею пищевых добавок с учетом всех требований и с наименьшей стоимостью.

Пищевая добавка	Энергетическая ценность 1 ед., ккал	Количество витамина в 1 ед. добавки, ед.			Содержание примесей, %
		A	B	C	
I	400	3	2	2	1
II	200	2	2	4	0,5
III	150	0	4	1	0
IV	500	0	4	5	2

5. Найти оптимальное сочетание посевов пшеницы и подсолнечника на участках различного плодородия. Площади посевов: I участок – 3000 га, II участок – 3200 га.

Урожайность культур, ц с га

Культуру	I участок	II участок
Пшеница	25	16
Подсолнечник	20	10

Затраты механизированного и ручного труда на 1 га посева на том и другом участке одинаковы и составляют соответственно пшеницы 1,8 и 4 человеко-дня, подсолнечника – 5 и 10 человеко-дней. Трудовые ресурсы составляют: механизированного труда – 14000 человеко-дней, ручного труда – 30000 человеко-дней. Закупочная цена 1 ц пшеницы 6 д.е., подсолнечника – 15 д.е. Подсолнечника необходимо произвести не менее 15000 ц. Критерий оптимальности – максимум валовой продукции в денежном выражении. Переменные задавать на

каждом участке отдельно.

6. Найти оптимальное сочетание посевов пшеницы и картофеля. Объем производственных ресурсов: пашня – 7000 га, затраты труда – 45000 человеко-дней. Определить сочетание посевов, обеспечивающее максимум валовой продукции.

Эффективность возделывания 1 га культур

Показатели	Пшеница	Картофель
Урожайность, ц	20	100
Затраты труда, человеко-дней	0,6	4,6
Закупочная цена 1 ц, руб.	600	2000

7. Туристическая фирма в летний сезон обслуживает в среднем 7500 туристов и располагает флотилией из двух типов судов - I и II, характеристики которых приведены в таблице. В месяц выделяется 60 тыс. т горючего. Потребность в рабочей силе не превышает 700 чел. Определить количество судов типов I и II, чтобы обеспечить максимальный доход, который составляет от эксплуатации судов типа I - 20 млн. руб., типа II - 10 млн. руб. в месяц.

Тип судна	Пассажиро-вместимость, чел.	Горючее, т	Экипаж, чел.
I	2000	12000	250
II	1000	7000	100

8. Найти оптимальное сочетание посевов озимой пшеницы и сахарной свеклы. Производственные ресурсы: пашня орошаемая – 400 га, затраты труда – 6000 человеко-дней, минеральные удобрения – 1400 ц. Сахарной свеклы необходимо произвести не менее 45000 ц. Критерий оптимальности – максимум прибыли.

Эффективность возделывания 1 га

Показатели	Пшеница	Сахарная свекла
Урожайность, ц	30	300
Затраты ручного труда, человеко-дней	2	40
Минеральные удобрения, ц	2	8
Прибыль от реализации 1 ц, д.е.	6	4

9. Составить оптимальный план размещения посевов зерновых и картофеля по двум зонам. Требуется произвести в I и II зонах: зерна – не менее 14 млн. ц, картофеля – не менее 5 млн. ц. Закупочная цена 1 ц зерна – 50 д.е., картофеля – 100 д.е. Определить план размещения посевов картофеля и зерновых, обеспечивающий максимум валовой продукции в денежном выражении. Переменные задавать отдельно в каждой зоне.

Основные технико-экономические коэффициенты на 1 ц

Производственные ресурсы по зонам	I зона		II зона		Объем ресурсов
	зерно	картофель	зерно	картофель	
Пашня, га:					
I зона	0,05	0,01			500000
II зона			0,0625	0,0125	400000
Затраты труда, человеко-дней					
I зона	0,05	0,1			900000
II зона			0,02	0,2	1000000

10. Определить оптимальный план производства продукции для двух отделений хозяйства. Объем ресурсов и их затраты в расчете на 1 ц продукции по отделениям:

1-е отделение

Показатели	Пшеница	Подсолнечник	Сахарная свекла	Объем ресурсов
Пашня, га	0,05	0,06	0,01	500
Трудовые ресурсы, человеко-дней	0,04	0,05	0,20	10 000

2-е отделение

Показатели	Пшеница	Подсолнечник	Сахарная свекла	Объем ресурсов
Пашня, га	0,06	0,07	0,015	600
Трудовые ресурсы, человеко-дней	0,05	0,05	0,30	12 000

Необходимо произвести не менее 1200 ц пшеницы, 9000 ц подсолнечника, 12000 ц сахарной свеклы. Закупочная цена 1 ц пшеницы 8 д.е., подсолнечника 16 д.е., сахарной свеклы 10 д.е. Критерий оптимальности – максимум валовой продукции в денежном выражении. Переменные задавать отдельно на каждом отделении.

Задание 2. Решить методом искусственного базиса в симплексных таблицах.

1. $F(\overline{x}) = 150x_1 + 35x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} 150x_1 + 200x_2 \ge 200, \\ 14x_1 + 4x_2 \le 4, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

2. $F(\overline{x}) = 35x_1 + 50x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} 200x_1 + 150x_2 \ge 200, \\ 14x_1 + 4x_2 \le 14, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

3. $F(\overline{x}) = 10x_1 + x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} 2x_1 + 11x_2 \le 33, \\ x_1 + x_2 = 7, \\ 4x_1 - 5x_2 \ge 5, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

4. $F(\overline{x}) = -3x_1 + 12x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \le 16, \\ x_1 - x_2 \ge 2, \\ 3x_1 - 5x_2 \le 8, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

5. $F(\overline{x}) = 3x_1 - x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \le 3, \\ -5x_1 - 4x_2 \ge 10, \\ 2x_1 + x_2 \le 5, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

6. $F(\overline{x}) = 3x_1 + 5x_2 + 4x_3 \to \max,$

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \le 9, \\ 2x_1 + 5x_2 + x_3 \le 8, \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 \ge 7, \\ x_j \ge 0, \ j = \overline{1,3}. \end{cases}$$

7. $F(\overline{x}) = -x_1 + 2x_2 \to \min,$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \ge 6, \\ -x_1 + 2x_2 \le 1, \\ x_1 + x_2 \le 5, \\ 3x_1 - x_2 \ge 6, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

8. $F(\overline{x}) = -2x_1 - x_2 + x_3 + x_4 \to \max,$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 - 3x_4 = 6, \\ 3x_1 - x_4 = 8, \\ -x_1 + 4x_4 = 1, \\ x_j \ge 0, \ j = \overline{1,4}. \end{cases}$$

9. $F(\overline{x}) = 4x_1 + 2x_2 + 2x_3 \to \min,$

$$\begin{cases} 7x_1 + x_2 + 3x_3 = 11, \\ 4x_1 - x_2 + 2x_3 = 6, \\ x_j \ge 0, \ j = \overline{1,3}. \end{cases}$$

10. $F(\overline{x}) = x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 3x_4 \to \max,$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 4x_3 - x_4 = 6, \\ x_1 + x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 5, \\ x_j \ge 0, \ j = \overline{1,4}. \end{cases}$$

Задание 3. Решить задачу выпуклого программирования.

1. $f(x_1, x_2) = x_1 + 4x_2 + x_1x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2 \to \max,$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 12, \\ 3x_1 + x_2 \le 15, \\ x_1 \ge 0, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

2. $f(x_1, x_2) = -2x_1 + 8x_2 - x_1^2 - x_2^2 \to \max,$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 12, \\ -x_1 + x_2 \ge -8, \\ x_1 \ge 0, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

3. $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - x_1 - 8x_2 \to \min,$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 7, \\ x_2 \le 5, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

4. $f(x_1, x_2, x_3) = -x_1^2 - x_2^2 - 2x_3^2 + 2x_2 + 3x_3 \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \le 18, \\ x_2 \le 12, \\ x_1 + 2x_3 \le 14, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0. \end{cases}$$

5. $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2 - 2x_1x_2 + 5x_1 - 6x_2 \to \min$,

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \le 12, \\ x_1 + x_2 \le 6, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

6. $f(x_1, x_2, x_3) = -x_1^2 - x_2^2 + 2x_2 + 3x_3 \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 + x_3 \le 18, \\ x_2 \le 12, \\ x_1 + 2x_3 \le 14, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0. \end{cases}$$

7. $f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 + x_2 + x_3)^2 \to \min$,

$$\begin{cases} 0 \le x_1 \le 2, \\ 0 \le x_2 \le 4, \\ 0 \le x_3 \le 6. \end{cases}$$

8. $f(x_1, x_2, x_3) = x_1 - x_2^2 + 2x_2 - x_3^2 \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 6, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0,\ x_3 \ge 0. \end{cases}$$

9. $f(x_1, x_2) = 4x_1 + 2x_2^2 - 6x_1x_2 + 5x_1^2 - 3x_2 \to \min$,

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \ge 6, \\ 5x_1 + 3x_2 \ge 15, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

10. $f(x_1, x_2) = 3x_1 + 4x_2 - x_1^2 - x_2^2 \to \max$,

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 20, \\ x_1 + x_2 \ge 8, \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

Задание 4. Решить задачу выбора оптимальной стратегии обновления оборудования

1. Составить оптимальный план замены оборудования в течение 8 лет, при котором общая прибыль за данный период была бы максимальной. Данные о производительности

оборудования, ежегодных затратах на производство и остаточной стоимости оборудования приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода установлено новое оборудование, стоимость нового оборудования равна 10 ден. ед.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Годовой выпуск продукции в стоимостном выражении, ден. ед., $v(t)$	25	24	24	23	23	23	22	21
Ежегодные затраты на производство, ден. ед., $r(t)$	15	15	16	16	17	17	18	19
Остаточная стоимость оборудования, ден. ед., $s(t)$	-	4	3	2	1	1	1	1

2. Составить оптимальный план замены оборудования в течение 7 лет, при котором общая прибыль за данный период будет максимальной. Данные о производительности оборудования и ежегодных затратах на его содержание приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода установлено новое оборудование, а ликвидационная стоимость оборудования равна 3 ден. ед.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Ежегодный доход от производства, ден. ед., $d(t)$	25	24	24	23	23	23	22	21
Стоимость нового оборудования, ден. ед., $p(t)$	15	15	16	16	17	17	18	19

3. Составьте оптимальный план замены оборудования в течение 8 лет, при котором общая прибыль за данный период была бы максимальной. Данные о производительности оборудования и ежегодных затратах на производство приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода возраст оборудования составляет два года, стоимость нового оборудования - 30 ден. ед., ликвидационная стоимость оборудования - 2 д. е.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Годовой выпуск продукции в стоимостном выражении, ден. ед., $v(t)$	55	50	45	40	35	30	25	22
Ежегодные затраты на производство, ден. ед., $r(t)$	5	5	10	10	15	15	20	20

4. Составить оптимальный план замены оборудования в течение 7 лет, при котором общий доход предприятия за данный период был бы максимальным. Данные о доходе предприятия, остаточной стоимости и стоимости нового оборудования приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода установлено новое оборудование.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Ежегодный доход от производства, ден. ед., $d(t)$	35	32	30	28	25	23	22	20
Остаточная стоимость оборудования, ден. ед., $s(t)$	-	12	10	8	6	4	2	2
Стоимость нового оборудования, ден. ед., $p(t)$		40	41	42	43	44	45	46

5. Составить оптимальный план замены оборудования в течение 7 лет, при котором общая прибыль за данный период была бы максимальной. Данные о производительности оборудования, ежегодных затратах на производство, остаточной стоимости и стоимости нового оборудования приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода возраст оборудования составляет 1 год.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Годовой выпуск продукции в стоимостном выражении, ден. ед., $v(t)$	75	70	65	60	55	50	45	40
Ежегодные затраты на производство, ден. ед., $r(t)$	15	20	20	25	25	30	35	36
Остаточная стоимость оборудования, ден. ед., $s(t)$	-	10	8	6	4	2	1	1
Стоимость нового оборудования, ден. ед., $p(t)$	-	40	41	42	43	44	45	46

6. Составьте оптимальный план замены оборудования в течение 7 лет, при котором общая прибыль за данный период была бы максимальной. Данные о производительности оборудования, ежегодных затратах на производство и остаточной стоимости оборудования

приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода возраст оборудования составляет 1 год, стоимость нового оборудования равна 30 ден. ед.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Годовой выпуск продукции в стоимостном выражении, ден. ед., $v(t)$	50	45	45	40	40	35	35	30
Ежегодные затраты на производство, ден. ед., $r(t)$	10	10	15	15	20	20	20	25
Остаточная стоимость оборудования, ден. ед., $s(t)$	-	10	8	6	4	2	1	1

7. Составить оптимальный план замены оборудования в течение 7 лет, при котором общий доход предприятия за данный период был бы максимальным. Данные о доходе предприятия, остаточной стоимости и стоимости нового оборудования приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода возраст оборудования составляет 1 год.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Ежегодный доход от производства, ден. ед., $d(t)$	40	38	36	34	32	30	28	26
Остаточная стоимость оборудования, ден. ед., $s(t)$	-	10	8	6	4	2	1	1
Стоимость нового оборудования, ден. ед., $p(t)$	-	30	31	32	33	34	35	36

8. Составьте оптимальный план замены оборудования в течение 8 лет, при котором общая прибыль за данный период была бы максимальной. Данные о производительности оборудования и ежегодных затратах на производство приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода установлено новое оборудование, стоимость нового оборудования - 40 ден. ед., ликвидационная стоимость оборудования - 5 ден. ед.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Годовой выпуск продукции в	65	60	60	55	55	50	45	40
Ежегодные затраты на производство, ден. ед., $r(t)$	10	15	15	20	25	30	35	40

9. Составить оптимальный план замены оборудования в течение 6 лет, при котором общая прибыль за данный период была бы максимальной. Данные о производительности оборудования и ежегодных затратах на его содержание приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого возраст оборудования составляет 2 года, а ликвидационная стоимость оборудования равна 5 ден. ед.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Ежегодный доход от производства, ден. ед., $d(t)$	85	75	65	55	45	35	25	20
Стоимость нового оборудования, ден. ед., $p(t)$	60	62	64	66	68	70	72	74

10. Составить оптимальный план замены оборудования в течение 6 лет, при котором общая прибыль за данный период была бы максимальной. Данные о производительности оборудования, ежегодных затратах на производство, остаточной стоимости и стоимости нового оборудования приведены в табл. Кроме того, известно, что к началу рассматриваемого периода возраст оборудования составляет 2 года.

Возраст оборудования, лет, t	0	1	2	3	4	5	6	7
Годовой выпуск продукции в	25	24	24	23	23	23	22	21
Ежегодные затраты на производство, ден. ед., $r(t)$	15	15	16	16	17	17	18	19
Остаточная стоимость оборудования, ден. ед., $s(t)$	-	10	8	6	4	2	1	1
Стоимость нового оборудования, ден. ед., $p(t)$	-	20	21	22	23	24	25	26

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций, соотнесенные с этапами их формирования

Контролируемые модули / разделы / темы дисциплины	Форма оценочного средства	Методические материалы
ОПК-2 - способен анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		
Раздел 1. Математические модели и оптимизация в экономике.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	Исследование операций и методы оптимизации. Часть 1: учебно-методическое пособие
Раздел 2. Линейное программирование.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	
ПК-23 - способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач		
Раздел 3. Нелинейное программирование.	Контрольная работа	Исследование операций и методы оптимизации. Часть 1: учебно-методическое пособие; Исследование операций и методы оптимизации. Часть 2: учебно-методическое пособие
Раздел 4. Динамическое программирование.	Контрольная работа, индивидуальное домашнее задание	

1. Стрижакова, Е.А. Исследование операций и методы оптимизации. Часть 1: учебно-методическое пособие / Е.А. Стрижакова, О.А. Заяц. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – 100 с. – Режим доступа: http://lib.volgau.com/MegaPro/Web/SearchResult/toPage/1

2. Стрижакова, Е.А. Исследование операций и методы оптимизации. Часть 2: учебно-методическое пособие / Е.А. Стрижакова, О.А. Заяц. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – 80 с. – Режим доступа: http://lib.volgau.com/ProtectedView/Book/ViewBook/1327

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Красс, М.С. Математика для экономического бакалавриата [Электронный ресурс]: учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – Электрон. текстовые дан. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 472 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=400839

7.2. Дополнительная литература:

1. Балдин, К. В. Математическое программирование [Электронный ресурс]: учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; под общ. ред. К. В. Балдина. – Электрон. текстовые дан. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. – 220 с. – Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=415097

2. Бережная, Е. В. Методы и модели принятия управленческих решений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 384 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=414580

3. Хуснутдинов, Р.Ш. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. – Электрон. текстовые дан. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=430259

4. Экономико-математические методы в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова, Н.В. Концевая и др.; под ред. А.Н. Гармаша. – Электрон. текстовые дан. - М.: Вуз. уч.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 – 416 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=416547

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Библиотека экономической, бухгалтерской и управленческой литературы http://eup.ru/
- Математический портал http://allmath.ru
- Научный журнал «Дискретный анализ и исследование операций» http://math.nsc.ru/publishing/DAOR/daor.html
- Федеральная служба государственной статистики РФ http://www.gks.ru/
- Федеральный образовательный портал ЭСМ http://ecsocman.hse.ru/
- Экономический портал http://institutiones.com/download/books.html

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется: 1) вести конспектирование основных положений излагаемого материала; 2) обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; 3) задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций; 4) желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

На практических занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению соответствующих содержанию дисциплины проблем, выработка индивидуальных решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, разбор и описание конкретных ситуаций.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературных источников и эмпирических данных по публикациям, выполнения индивидуальных заданий, работы с лекционным материалом, самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины. Подготовка к контрольным мероприятиям требует от обучающегося не только повторения пройденного материала на аудиторных занятиях, но поиска и анализа материала, выданного на самостоятельное изучение.

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в процессе изучения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации», проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра в ходе повседневной учебной работы, обеспечивая оценивание хода освоения дисциплины. В частности, текущий контроль успеваемости проводится с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, оценки формирования у них умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке, совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания обучающимся индивидуальной помощи. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины. Текущий контроль успеваемости осуществляются на практических занятиях, а также в ходе индивидуальных консультаций с преподавателем. К оценочным средствам для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине относятся выполнение индивидуальных домашних заданий и контрольных работ.

Промежуточная аттестация обучающихся позволяет определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине и проводится в форме зачета, экзамена. Данная форма контроля включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Форма проведения зачета (устная, письменная) и экзамена определяется преподавателем. По результатам зачета выставляется оценка: «зачтено», «не зачтено». По результатам экзамена выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется следующее программное обеспечение и информационные справочные системы:

1. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Edition Enterprise.
2. СДО «Прометей».

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий (помещений)	Перечень основного оборудования, приборов и материалов	
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория 507 «Инновационно - образовательный центр компьютерных технологий»	Оснащена специализированной мебелью. Компьютер в комплекте 25 шт. (Asus P7H55-M, Intel (R) Core i3 CPU 560 3.33 ГГц, 4096 Мб DDR3-1333, NVIDIA GeForce GTS 450 (1024 Mb), WDC WD5002AALX-00J37A0, Opti-arc DVD RW AD-7263S ATA Device, Acer A231H). Видеопроектор NEC U250X 1 шт. Экран	1. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise (Windows, Microsoft Office Prof – ПО Microsoft по программе EES для ВУЗов), Контракт № 0329100008916000038-0001536-01от 28.12.2016 на срок 1год, кол-волиц.550 2. СДО "Прометей" (Виртуальные технологии в образовании, ООО) Договор № 1/ВГСХА/10/08, от 13.10.2008 бессроч. 3. Договор на предоставление услуг связи №Е10449918 от 01.01.2017 между АО "ЭР-Телеком Холдинг" и ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ 4. Договор о предоставление услуг передачи данных и телематических служб №Е1857-17I от 06.03.2017 между ООО "Коламбия-Телеком" и ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: 506 «Интернет-салон» (компьютерный класс)	Оснащена специализированной мебелью. Компьютер в комплекте 18 шт. (Asus P7H55-M, Intel (R) Core i3 CPU 560 3.33 ГГц, 4096 Мб DDR3-1333, NVIDIA GeForce GTS 450 (1024 Mb), WDC WD5002AALX-00J37A0, Opti-arc DVD RW AD-7263S ATA Device, Acer A231H).	
3.	Учебная аудитория для самостоятельной работы и проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория 506 «Интернет-салон» (компьютерный класс)		
4.	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория 506 «Интернет-салон» (компьютерный класс)		

12 Иные сведения и (или) материалы

12.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При изучении дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» используется сочетание отдельных видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся с целью достижения запланированных результатов обучения и формирования соответствующих компетенций.

Методы активного и интерактивного обучения при разных видах учебных занятий

№	Методы активного и интерактивного обучения	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Проблемная лекция	+			
2	Решение ситуационных задач		+		+