

год начала подготовки 2021

Документ подписан квалифицированной электронной подписью

Сертификат: 023E519200DAAC0FAC74E9329E4F1A569EE

Владелец: "АНО ВО «РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»"; АН

Действителен до: 2021-01-12 00:00:00

**АНО ВО «Российский новый университет»**

**Елецкий филиал Автономной некоммерческой организации высшего образования «Российский новый университет»  
(Елецкий филиал АНО ВО «Российский новый университет»)**

кафедра прикладной экономики

**Рабочая программа учебной дисциплины (модуля)**

Исследование операций и методы оптимизации  
(наименование учебной дисциплины (модуля))

09.03.03 Прикладная информатика  
(код и направление подготовки/специальности)

Прикладная информатика в экономике  
(код и направление подготовки/специальности, в случаях, если программа разработана для разных направлений подготовки/специальностей)

---

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «12» января 2021, протокол № 5.

Заведующий кафедрой Прикладной экономики  
(название кафедры)

к.э.н., доцент Преснякова Д.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы, подпись заведующего кафедрой)

Елец  
2021 год

## **1. НАИМЕНОВАНИЕ И ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Учебная дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» изучается обучающимися, осваивающими образовательную программу «Прикладная информатика» по профилю Прикладная информатика в экономике в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 N922 (ФГОС ВО 3++).

Цель дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» - обеспечить студентов математическими методами для решения оптимизационных задач в экономике с последующим анализом решения. Усвоение методов необходимо для дальнейшего углубленного изучения отраслевых экономических дисциплин.

Изучение учебной дисциплины направлено на подготовку обучающихся к осуществлению деятельности по обследованию предметной области предприятия на предмет формирования требований к информационной системе, построения моделей бизнес-процессов, выполнению реинжиниринга бизнес-процессов предприятия, разработке и настройке инструментария для внедрения информационных систем, выполнению обобщенной трудовой функции: выполнение работ по проектированию, настройке и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы, определенных профессиональным стандартом «Системный аналитик», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.20.2014 № 809н.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОП**

Учебная дисциплина Исследование операций и методы оптимизации относится к части учебного плана формируемой участниками образовательных отношений и изучается на 2, 3 курсе.

2.1. Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Изучению данной учебной дисциплины по очной форме предшествует освоение следующих учебных дисциплин: «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы в экономике». Параллельно с учебной дисциплиной «Исследование операций и методы оптимизации» изучаются дисциплины: «Экономика и организация предприятия», «Математическое и имитационное моделирование».

2.2. Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Результаты освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» являются базой для прохождения обучающимися производственной практики: технологической (проектно-технологической) практики, а также для изучения учебных дисциплин: «Эконометрика», «Математическая экономика». Изучение курса необходимо для решения практических задач в области экономико-математического моделирования. После изучения курса у студентов должны быть сформированы практические навыки, позволяющие выполнять модельную постановку решаемых задач, сбор и обработку соответствующей информации, решение предложенной модели, интерпретацию полученных результатов.

Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств обеспечивается чтением лекций, проведением занятий, содержание которых разработано на основе научных исследований, проводимых Университетом, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен овладеть:

**- Способен разрабатывать концепции системы (ПК-11)**

#### Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемая компетенция	Планируемые результаты обучения	Код результата обучения
<b>Способен разрабатывать концепции системы (ПК-11)</b>	<b><u>Знать:</u></b>	
	теоретические основы методов линейного программирования, метод решения транспортной задачи	ПК-11-31
	метод Гомори, метод ветвей и границ, метод Беллмана.	ПК-11-32
	теоретические основы методов нелинейного программирования	ПК-11-33
	методы решения задач по теории игр	ПК-11-34
	общую схему метода динамического программирования	ПК-11-35
	основные понятия о сетевых графиках, правила построения, упорядочения, оптимизации	ПК-11-36
	разновидности моделей управления запасами	ПК-11-37
	<b><u>Уметь</u></b>	
	применять методы решения задач линейного программирования, решать открытые и закрытые транспортные задачи	ПК-11-У1
	решать целочисленные задачи линейного программирования	ПК-11-У2
	решать задачи нелинейного и выпуклого программирования	ПК-11-У3
	применять методы решения задач по теории игр	ПК-11-У4
	применять общую схему метода ДП к различным задачам	ПК-11-У5
	рассчитывать временные параметры сетевых графиков, коэффициенты напряженности работ, проводить оптимизацию	ПК-11-У6
	применять различные алгоритмы при решении задач по моделям управления запасами	ПК-11-У7
	<b><u>Владеть</u></b>	
	- навыками решения задач линейного программирования графическим методом, симплекс методом, взаимно двойственных задач, задач дробно-линейного программирования, навыками нахождения базисного распределения поставок и решения транспортных задач распределительным методом	ПК-11-В1
	навыками решения задач целочисленного программирования	ПК-11-В2

	навыками решения задач нелинейного и выпуклого программирования.	ПК-11-В3
	навыками решения задач теории игр	ПК-11-В4
	навыками применения различных методов для решения задач динамического программирования	ПК-11-В5
	методами анализа и оптимизации сетевых графиков	ПК-11-В6
	методами решения задач детерминированных и стохастических моделей управления запасами	ПК-11-В7

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

4.1. Общий объем учебной дисциплины (модуля).

№	Форма обучения	Семестр/сессия, курс	Общая трудоемкость		в том числе контактная работа с преподавателем							СР	Контроль
			в з.е.	в часах	Всего	Л	С	КоР	зачет	Конс	экзамен		
1.	Заочная	Зимняя сессия, 2 курс	2	36	4	4						32	
		Летняя сессия, 2 курс		36	10	4	4	1,7	0,3			22,3	3,7
		Зимняя сессия, 3 курс	5	180	8		4	1,6		2	0,4	165,4	6,6
<b>Итого:</b>			<b>7</b>	<b>252</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3,3</b>	<b>0,3</b>	<b>2</b>	<b>0,4</b>	<b>219,7</b>	<b>10,3</b>

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

4.2. Распределение учебного времени по темам и видам учебных занятий

а) заочная форма обучения

№	Наименование разделов, тем учебных занятий	Всего часов	Контактная работа с преподавателем							СР	Контроль	Формируемые результаты обучения
			Всего	Л	С	КоР	зачет	Конс	экзамен			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Линейное программирование												
1.	Линейное программирование	18	4	3	1					14		ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1
Транспортная задача												
2.	Транспортная задача.	16	2	1	1					14		ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1
Целочисленные задачи линейного программирования												
3.	Целочисленные задачи линейного программирования	17	3	2	1					14		ПК-3-32 ПК-3-У2 ПК-3-У2
Нелинейное программирование												
4.	Нелинейное программирование.	15,3	3	2	1					12,3		ПК-3-У3 ПК-3-У3 ПК-3-В3
Промежуточная аттестация (зачет)												
5.	Промежуточная аттестация (зачет)	5,7	2			1,7	0,3				3,7	
Теория игр												

6.	Теория игр.	41	1		1				40		ПК-3-34 ПК-3-У4 ПК-3-В4
Динамическое программирование											
7.	Динамическое программирование.	41	1		1				40		ПК-11-35 ПК-11-У5 ПК-11-В5
Сетевое планирование и управление											
8.	Сетевое планирование и управление.	41	1		1				40		ПК-11-37 ПК-11-У7 ПК-11-В7
Модели управления запасами											
9.	Модели управления запасами.	46,4	1		1				45,4		ПК-11-36 ПК-11-У6 ПК-11-В6
Промежуточная аттестация (экзамен)											
10	Промежуточная аттестация (экзамен)	10,6	4			1,6		2	0,4		6,6

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ)

### Тема 1. Линейное программирование

Содержание учебной дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Место учебной дисциплины в подготовке бакалавра по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика. Требования федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, профессиональных стандартов к работникам в области прикладной математики и информатики.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации». Общая постановка задачи линейного программирования. Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплексный метод. Определение первоначального допустимого базисного решения. Особые случаи симплексного метода. Симплексные таблицы. Понятие об М-методе (методе искусственного базиса). Двойственные задачи. Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Основные теоремы двойственности и их следствия, определение объективно обусловленных оценок. Задачи дробно-линейного программирования.

### Тема 2. Транспортная задача

Свойства транспортной задачи. Транспортная таблица. Нахождение первоначального базисного распределения поставок: метод «северо-западного угла», метод наименьших затрат. Вычисление матрицы оценок методом потенциалов. Распределительный метод решения транспортной задачи, цикл пересчета. Открытая модель транспортной задачи.

### Тема 3. Целочисленные задачи линейного программирования

Метод отсечения (метод Гомори) для целочисленных задач линейного программирования, метод ветвей и границ, метод Беллмана.

### Тема 4. Нелинейное программирование

Задачи нелинейного программирования. Геометрический метод решения задач нелинейного программирования. Свойства задач выпуклого программирования. Алгебраические и аналитические свойства выпуклых функций. Задачи выпуклого квадратичного программирования. Приближенные решения задач выпуклого программирования: метод кусочно-линейной аппроксимации, метод возможных

направлений (градиентный метод).

### **Тема 5 Зачет**

1. Дайте определение понятий: целевая функция, ограничения в задачах математического программирования. 2. Сформулируйте общую постановку задачи линейного программирования. 3. Каковы особенности канонической задачи линейного программирования? 4. Каковы особенности стандартной задачи линейного программирования? 5. Укажите основные этапы графического метода решения задачи линейного программирования. 6. Каков геометрический смысл коэффициентов целевой функции? 7. Что такое симплекс-метод решения задачи линейного программирования. 8. Перечислите этапы симплекс-метода решения задачи линейного программирования. 9. Дайте определение опорного плана (решения) в симплекс методе, основных (базисных) и свободных переменных. 10. В чем суть использования искусственных переменных в М-методе? 11. Перечислите основные теоремы двойственности в задачах линейного программирования. 12. Каков экономический смысл численных коэффициентов в двойственных задачах? 13. Опишите экономико-математическую модель классической транспортной задачи. 14. Каковы различия между открытой и закрытой транспортной задачами? 15. Какие методы решения закрытой транспортной задачи вы знаете? 16. Поясните способ нахождения базисного распределения поставок и решения транспортных задач распределительным методом. 17. Дайте определение понятий в методе потенциалов: потенциалы поставщиков и потребителей. 18. Сформулируйте условие оптимальности опорного решения в методе потенциалов. 19. Сформулируйте целочисленную задачу линейного программирования. 20. Какое дополнительное ограничение возникает в задаче линейного программирования? 21. В чем суть метода отсечения при решении целочисленных задач линейного программирования? 22. Укажите основные этапы решения задачи методом Гомори. 23. Каков алгоритм решения целочисленной задачи в методе ветвей и границ? 24. Сформулируйте общую дискретную задачу линейного программирования. 25. Дайте общую постановку задачи нелинейного программирования. 26. Дайте определение выпуклой функции. 27. Какими свойствами обладают решения задач выпуклого программирования? 28. В чем суть методов спуска при решении задач нелинейного программирования? 29. Почему один из методов нахождения оптимального значения целевой функции основан на использовании градиента? 30. Укажите алгоритм поиска приближенного решения в методе кусочно-линейной аппроксимации. 31. Перечислите типы игр, возникающих при моделировании социально-экономических систем. 32. Всегда ли антагонистические игры имеют решение в чистых стратегиях? 33. Поясните вероятностный смысл смешанных стратегий. 34. Сформулируйте понятие максиминной и минимаксной цены игры. 35. Укажите алгоритм решения матричной игры сведением к модели линейного программирования. 36. Каковы отличия игр с ненулевой суммой от антагонистических игр? 37. Каковы отличия кооперативных игр от некооперативных? 38. Дайте определение понятиям вектор эксцессов,  $s$ -ядро и  $n$ -ядро. 39. Какой экономический смысл имеет супераддитивная характеристическая функция? 40. Что означает «справедливый дележ» в кооперативной игре?

### **Тема 6. Теория игр**

Бескоалиционные игры нескольких лиц Ситуации равновесия в бескоалиционных, антагонистических и матричных играх. Оптимальные стратегии. Стратегическая эквивалентность бескоалиционных игр, смешанные расширения конечных бескоалиционных игр. Матричные игры, платежная матрица, верхняя и нижняя цена игры, принцип минимакса, седловая точка, цена игры. Ситуации равновесия в смешанных стратегиях, основная теорема теории игр, теорема об активных стратегиях. Игра  $2 \times 2$  в

смешанных стратегиях, геометрическая интерпретация игры  $2 \times 2$ . Приведение матричной игры к задаче линейного программирования, взаимодвойственные задачи теории игр.

Кооперативные игры Классические кооперативные игры, супераддитивная характеристическая функция. Дележи в кооперативных играх,  $s$ -ядро кооперативной игры,  $n$ -ядро кооперативной игры, вектор эксцессов.

### **Тема 7. Динамическое программирование**

Задачи динамического программирования. Рекуррентные соотношения Беллмана. Применение алгоритмов динамического программирования к задаче об оптимальном распределении ресурсов. Задача о распределении средств между предприятиями, задача о замене оборудования.

### **Тема 8. Сетевое планирование и управление**

Основные задачи сетевого планирования. Сетевая модель, правила построения сетевых графиков, упорядочение сетевого графика, путь, временные параметры сетевых графиков. Сетевое планирование в условиях неопределенности. Коэффициент напряженности работ. Анализ и оптимизация сетевого графика по времени и стоимости.

### **Тема 9. Модели управления запасами**

Статические и динамические модели управления запасами. Детерминированные статические модели: модель с дефицитом и без дефицита. Формула наиболее экономичного объема партии (формула Уилсона). Плотность убытков. Стохастические статистические модели управления запасами. Дискретный и непрерывный случайный спрос. Модель с фиксированным временем задержки поставок.

### **Тема 10. Экзамен**

1. Сформулируйте общую постановку задачи динамического программирования. 2. Чем отличаются задачи динамического программирования от других задач исследования операций? 3. Дайте определение следующего понятия: стратегия управления. 4. Дайте определение следующего понятия: оптимальная стратегия. Пример 5. Дайте определение следующего понятия: рекуррентное соотношение. Примеры 6. Дайте определение понятию: принцип оптимальности. 7. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана. 8. Рекуррентные соотношения Беллмана. 9. Как выглядит уравнение Беллмана в задаче оптимального распределения ресурса между несколькими предприятиями? 10. В чем состоит суть сетевого планирования и управления? 11. Дайте характеристики элементов сетевого графика. 12. Как выполняется расчет временных параметров сетевого графика: ранних и поздних сроков событий, резервов времени? 13. Что определяет критический путь в сетевой модели? 14. Что отражает график Ганта? 15. Какие оптимизационные задачи сетевого планирования вам известны? 16. Дайте определения понятий граф, ориентированный граф, путь, матрица графов. 17. Перечислите матричные и числовые характеристики графов. 18. Укажите алгоритм поиска кратчайшего пути между двумя вершинами графа. 19. Что такое эйлеровы графы? 20. Что такое гамильтонов путь в графе? 21. Поясните алгоритм построения деревьев. 22. Какие виды деревьев применяются для задач поиска и оптимизации? 23. Опишите вид двоичных деревьев поиска. 24. Дайте определение понятию сети Петри. 25. В чем состоит суть сетевого планирования и управления? 26. Дайте характеристики элементов сетевого графика. 27. Как выполняется расчет временных параметров сетевого графика: ранних и поздних сроков событий, резервов времени? 28. Что определяет критический путь в сетевой модели? 29. Что отражает график Ганта? 30. Какие оптимизационные задачи сетевого планирования вам известны? 31. Укажите алгоритм частичной оптимизации проекта по стоимости за счет использования свободных ресурсов времени работ. 32. Что определяет

коэффициент дополнительных затрат на ускорение работы? 33. Что такое коэффициент напряженности работ? 34. Каков алгоритм поиска оптимального решения задачи ускорения выполнения работ? 35. Анализ и оптимизация сетевого графика по времени и стоимости. 36. Статические и динамические модели управления запасами. 37. Детерминированные статические модели: модель с дефицитом и без дефицита. 38. Формула наиболее экономичного объема партии (формула Уилсона). 39. Плотность убытков. 40. Стохастические статистические модели управления запасами. 41. Дискретный и непрерывный случайный спрос. 42. Модель с фиксированным временем задержки поставок. 43. Перечислите балансовые модели в экономике. 44. Какова цель исследования в балансовые модели? 45. Поясните принцип составления матрицы Леонтьева (структурная). 46. Как записать балансовые уравнения, опишите свойства технологических коэффициентов. 47. Что такое продуктивная матрица? Как она составляется? 48. Матрица коэффициентов полных затрат. 49. Коэффициенты косвенных затрат. 50. Коэффициенты прямых и полных затрат труда и капиталовложений. 51. Линейная модель обмена (модель международной торговли). 52. Динамическая модель планирования. 53. Линейная модель производства. 54. Поясните постановку задачи модели равновесных цен. 55. Дайте определение и приведите примеры вектора валового выпуска. 56. Дайте определение и приведите примеры цен и норм добавленной стоимости. 57. Дайте определение и приведите примеры прогноза изменения цен и инфляции по изменению норм добавленной стоимости. 58. Поясните решение задачи: определение равновесных цен по данным балансовой таблицы и вектору норм добавленной стоимости 59. В чем суть задачи взаимозачет долгов предприятий? 60. Как определяются параметры выпуска продукции предприятия с учетом затрат внешних ресурсов.

## **Планы семинарских занятий**

### **Тема 1. Линейное программирование**

Время - 1 час

Основные вопросы:

1. Решение задачи линейного программирования графическим методом.
2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом.
3. Определение начального допустимого базиса.
4. Решение двойственных задач линейного программирования.
5. Решение задач дробно-линейного программирования.

### **Тема 2. Транспортная задача**

Время - 1 час

Основные вопросы:

1. Нахождение первоначального базисного распределения поставок: метод «северо-западного угла», метод наименьших затрат.
2. Вычисление матрицы оценок методом потенциалов.
3. Распределительный метод решения транспортной задачи, цикл пересчета.

### **Тема 3. Целочисленные задачи линейного программирования**

Время - 1 час

Основные вопросы:

1. Решение задачи целочисленного программирования методом Гомори.
2. Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ.

### **Тема 4. Нелинейное программирование**

Время – 1 час



Основные вопросы:

1. Графический метод решения задач нелинейного и выпуклого программирования.

**Тема 6. Теория игр**

Время - 1 час

Основные вопросы:

1. Матричные игры, платежная матрица, верхняя и нижняя цена игры, принцип минимакса, седловая точка, цена игры.
2. Графическое решение матричной антагонистической бескоалиционной игры  $2 \times 2$ .
3. Решение матричной антагонистической бескоалиционной игры  $n \times m$  сведением к задаче линейного программирования.

**Тема 7. Динамическое программирование**

Время - 1 час

Основные вопросы:

1. Решение задачи о распределении средств между предприятиями.
2. Решение задачи о замене оборудования графическим методом.
3. Применение общей схемы метода ДП. Решение задачи об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на  $n$  лет.

**Тема 8. Сетевое планирование и управление**

Время - 1 час

Основные вопросы:

1. Построение сетевой модели, определение временных параметров сетевых графиков.
2. Оптимизация сетевого графика методом время-стоимость.

**Тема 9. Модели управления запасами**

Время - 1 час

Основные вопросы:

1. Решение детерминированных статических задач управления запасами с дефицитом и без дефицита.
2. Решение стохастических задач управления запасами.

**6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

6.1.1. Основные категории учебной дисциплины для самостоятельного изучения: АБСТРАКТНАЯ МОДЕЛЬ [abstract model] — принципиальная основа экономико-математической модели, предназначенной для реализации различными математическими и техническими средствами и, следовательно, для непосредственного решения задачи. Это предварительное, приближенное представление о рассматриваемом объекте или процессе; часто К. м. имеет вид схемы, в которой фиксируются наиболее существенные параметры и связи между ними. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ [analytical model] — формула, представляющая математические зависимости в экономике и показывающая, что результаты (выходы) находятся в функциональной зависимости от затрат (входов). В самом общем виде ее можно записать так:  $U = f(x)$ , где  $x$  — совокупность (вектор) выходов;  $f$  — зависимость, которая записана в виде математической функции. АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ ИГРЫ [antagonistic games] — игры с противоположными интересами сторон (в отличие от игр с непротивоположными интересами). К ним

относится, в частности, игра двух лиц с нулевой суммой, т. е. при которой выигрыш одного игрока является проигрышем другого. **БАЗИС ВЕКТОРНОГО ПРОСТРАНСТВА** [basis of vector space] — набор из макси-мального (для данного пространства) числа линейно независимых векторов. **БАЗИСНОЕ РЕШЕНИЕ** (опорный план) [basic solution] — термин линейного про-граммирования, одно из допустимых решений, находящихся в вершинах области допустимых решений, либо (если линия уровня параллельна одному из отрезков границы области) Б. р. — весь этот отрезок. Оно является решением системы линейных ограничений, которое нельзя представить в виде линейной комбинации никаких других решений. **БАЛАНСОВАЯ МОДЕЛЬ** [balance model] — 1. Система уравнений (балансовых со-отношений, балансовых уравнений), которые удовлетворяют требованию соответствия двух элементов: наличия ресурса и его использования. 2. При описании экономической системы в целом — система уравнений, каждое из которых выражает требование баланса между производимым отдельными экономическими объектами количеством продукции и совокупной потребностью в этой продукции. **БЕЗУСЛОВНЫЙ МИНИМУМ, МАКСИМУМ ФУНКЦИИ** [unconditional minimum, maximum] — минимум (максимум) функции, не обусловленный ограничениями задачи. **БЕЛЛМАНА ПРИНЦИП ОПТИМАЛЬНОСТИ** [Bellman's optimality principle] — важнейшее положение динамического программирования, которое гласит: оптимальное поведение в задачах динамического программирования обладает тем свойством, что каковы бы ни были первоначальное состояние и решение (т. е. "управление"), последующие решения должны составлять оптимальное поведение относительно состояния, получающегося в результате первого решения. **ВЕДУЩИЙ СТОЛБЕЦ, ВЕДУЩАЯ СТРОКА** [pivot column, pivot row] — элементы алгоритма перебора допустимых базисных решений (невырожденной) задачи линейного программирования при ее решении симплексным методом. Это (последовательно сменяемые) столбец и строка симплексной таблицы, над которыми производятся пре-образования, приводящие к искомому результату. **ВЕКТОРНОЕ (ЛИНЕЙНОЕ) ПРОСТРАНСТВО** [vector space] — множество всех векторов с одинаковым числом компонент, важнейшее для математической экономики понятие. Компонентами векторов действительного векторного пространства являются действительные числа (векторное пространство над полем  $\mathbb{R}$  действительных чисел). **ВЫИГРЫШ** [gain] — 1. В теории игр — результат игры для ее участника (игрока), имеющий количественное выражение (напр.,  $V$  определенной суммы денег), но часто и не имеющий количественного выражения. 2. В задачах динамического программирования — численная величина, максимизируемая в процессе многошагового оптимального управления (то же, что в ряде других случаев обозначается термином полезность); различают  $V$  общий и  $V_t$  на каждом шаге управления. **ВЫРОЖДЕННАЯ ЗАДАЧА** [degenerate problem] — задача линейного программирования, в которой при разложении вектора ограничений  $B$  по некоторому базису  $a_1, \dots, a_m$  по крайней мере один коэффициент оказывается равным нулю. **ГИПОТЕЗА** [hypothesis] — 1. Требуемое научного доказательства предположение, предварительное объяснение проблемы, основанное на имеющихся знаниях и опыте. 2. Предпосылка, закладываемая в основу построения экономико-математической модели (часто говорят так: "Модель основана на следующих  $G \dots$ "). **ГЛАВНАЯ ДИАГОНАЛЬ ТАБЛИЦЫ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА** [main diagonal of input-output table] — те клетки, которые стоят на пересечении строк и столбцов одноименных отраслей. **ГЛОБАЛЬНЫЙ МАКСИМУМ** [global maximum] — (в общей задаче математического программирования, в задачах линейного программирования, выпуклого программирования и др.) вектор инструментальных переменных, если он принадлежит допустимому множеству и целевая функция принимает на этом векторе значение не меньшее, чем в любой другой допустимой точке. **ГОМОРИ СПОСОБ** [Gomory method] — прием, с помощью которого достигается ре- решение линейной задачи целочисленного программирования. Разработан американским математиком Р. Гомори. Состоит в автоматическом введении дополнительных ограни- чений, приводящих через конечное

количество шагов к новой линейной задаче с целочисленным решением, которое оказывается одновременно оптимальным целочисленным решением исходной задачи (если только она имеет решение). **ГРАДИЕНТ** [gradient] — вектор, направленный в сторону наискорейшего возрастания функции и равный по величине ее производной в этом направлении: где символами  $e_i$  обозначены единичные векторы осей координат (орты). **ДВОЙСТВЕННАЯ ЗАДАЧА** [dual problem] (другие названия: сопряженная, обратная задача) — одно из фундаментальных понятий теории линейного программирования; инструмент, позволяющий установить, оптимально ли данное допустимое решение задачи ЛП, без непосредственного сравнения его со всеми остальными допустимыми решениями. К каждой задаче ЛП можно построить своего рода симметричную: функционалы оптимальных решений у обеих задач совпадают, но если в прямой задаче они отражают наиболее эффективную комбинацию ресурсов, которая дает максимум целевой функции, то в другой, двойственной — наиболее эффективную комбинацию расчетных цен (оценок) ограниченных ресурсов. **ДВОЙСТВЕННОСТЬ В ЛИНЕЙНОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ** [duality in linear programming] — принцип, заключающийся в том, что для каждой задачи линейного программирования можно сформулировать двойственную задачу, Связь между прямой и двойственной задачами устанавливается двумя теоремами. 1. "Теорема двойственности". Если обе задачи имеют допустимые решения, то они имеют и оптимальные решения, причем значение целевых функций у них будет одинаково: 3 Если же хотя бы одна из задач не имеет допустимого решения, то ни одна из них не имеет оптимального решения. 2. "Признак оптимальности". Чтобы допустимое решение  $x$  прямой задачи было оптимальным, необходимо и достаточно, чтобы нашлось такое решение двойственной задачи  $v$ , что Принцип двойственности как ключ к решению широкого класса экстремальных задач распространяется также на ряд других областей математического программирования, на математическую теорию оптимальных процессов. **ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА** [dynamic system] — всякая система, которая изменяется во времени (в отличие от статической системы). Математически это принято выражать через переменные (координаты). Процесс их изменения характеризуется траекторией:  $Q(t) = [q_1(t), q_2(t), \dots, q_n(t)]$ , где координаты  $q_1, \dots, q_n$  являются функциями времени  $t$ . **ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ** [dynamic economic models] — модели, описывающие экономику в развитии (в отличие от статических, характеризующих ее состояние в определенный момент). Модель является динамической, если, как минимум, одна ее переменная относится к периоду времени, отличному от времени, к которому отнесены другие переменные. **ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ** [dynamic programming] — раздел математического программирования, совокупность приемов, позволяющих находить оптимальные решения, основанные на вычислении последствий каждого решения и выработке оптимальной стратегии для последующих решений. **ЖЕСТКОСТЬ И НЕЖЕСТКОСТЬ ОГРАНИЧЕНИЙ ЛП** [hardness and slackness of LP constraints] — характеристика ограничений задачи линейного программирования по степени их влияния на оптимум. Ограничение является нежестким, когда малые изменения константы ограничения не отражаются на решении задачи. Ограничение является жестким, когда любое малое изменение константы (параметра) ограничения приводит к изменению значения целевой функции (т.е. объективно обусловленная оценка не равна нулю). **ИГРА** [game] — формализованное описание (модель) конфликтной ситуации, включающее четко определенные правила действий участников (игроков), добывающихся выигрыша в результате принятия той или иной стратегии. **ИГРА С "ПРИРОДОЙ"** [game with nature] — игра, в которой имеется только один игрок, причем исход ее зависит не только от его решений, но и от состояния "природы", т. е. не от сознательно противодействующего противника, но от объективной, невраждебной действительности. **ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ** [linear model] — модель, отображающая состояние или функционирование системы таким образом, что все взаимозависимости в ней принимаются линейными.

Соответственно она может формулироваться в виде одного линейного уравнения или системы линейных уравнений. **ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ** [linear programming] — область математического программирования, посвященная теории и методам решения экстремальных задач, характеризующихся линейной зависимостью между переменными. В самом общем виде задачу Л. п. можно записать так. Даны ограничения типа или в так называемой канонической форме, к которой можно привести все три указанных случая: Требуется найти неотрицательные числа  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), которые минимизируют (или максимизируют) линейную форму. Неотрицательность искомых чисел записывается так:  $x_j \geq 0$ . **МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** [macroeconomic aggregative model] (то же: макромодел, агрегированная, агрегатная модель) — экономико-математическая модель, отражающая функционирование народного хозяйства как единого целого. Макромодели оперируют крупноагрегированными, как правило, стоимостными показателями — агрегатами (напр., валовой национальный продукт, валовые капиталовложения и др.). **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ** [mathematical theory of optimal processes] — дисциплина, рассматривающая математические задачи автоматического регулирования, прежде всего в технических системах (ракета, самолет и др.). Но экономистами делаются попытки применить некоторые понятия этой теории и к управлению экономическими процессами, в частности при теоретическом анализе процессов перспективного развития и планирования, при построении и решении задач динамического программирования. **МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС (МОБ)** [input-output model (I. O.), intersectoral balance] — каркасная модель экономики: таблица, в которой показываются многообразные натуральные и стоимостные связи в народном хозяйстве. Анализ МОБ дает комплексную характеристику процесса формирования и использования совокупного общественного продукта в отраслевом разрезе. **МИКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** [microeconomic model] — экономико-математическая модель, отражающая функционирование и структуру отдельного элемента экономической системы, взаимодействие его с другими элементами системы в процессе ее функционирования. **МОДЕЛИРОВАНИЕ** [modelling, model-building] — 1. Исследование объектов познания на моделях. 2. Построение и изучение моделей реально существующих предметов и явлений, а также предполагаемых (конструируемых или проектируемых) объектов. **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** [optimal control] — 1. Основное понятие математической теории оптимальных процессов (принадлежащей разделу математики под тем же названием — О. у.); означает выбор таких управляющих параметров, которые обеспечивают бы наилучшее с точки зрения заданного критерия протекание процесса или, иначе, наилучшее поведение системы, ее развитие к цели по оптимальной траектории. Эти управляющие параметры обычно рассматриваются как функции времени, что означает возможность их изменения по ходу процесса для выбора на каждом этапе их наилучших (оптимальных) значений. 2. В рыночной экономике оптимальное управление подразумевает использование таких инструментов государственного регулирования, которые приводят к оптимальному экономическому росту страны и подъему благосостояния ее населения. 5 **СИМПЛЕКС** [simplex] — выпуклый многоугольник в  $n$ -мерном пространстве с  $n+1$  вершинами, не лежащими в одной гиперплоскости. С. выделены в отдельный класс по-тому, что в  $n$ -мерном пространстве  $n$  точек всегда лежат в одной гиперплоскости. Так что С. — это простейший многоугольник, содержащий некоторый объем  $n$ -мерного пространства. а) На прямой С. — это отрезок, одномерный объем — длина. б) На плоскости С. — это треугольник, двумерный объем — площадь. в) В обычном (трехмерном) пространстве С. — это тетраэдр; трехмерный объем, совпадает с объемом тела. Аналогично "устроены" и С. в пространствах более высокой размерности' **СИМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ** (симплекс-метод) [simplex method] — вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений — перехода от одной базисной точки к другой, для которой значение целевой

функции больше (эти операции фиксируются в симплексной таблице). Название метод получил от термина "n-мерный симплекс". Геометрическая интерпретация метода состоит в последовательном движении по вершинам симплекса. СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ [serving system] — совокупность пунктов (каналов, станций, приборов), на которые в случайные или неслучайные моменты времени поступают заявки на обслуживание (требования), подлежащие удовлетворению.

### 6.1. Задания для повторения и углубления приобретаемых знаний

№	Код результата обучения	Задания
1	ПК-11-31	1. Исследовать формализацию исходной проблемы. Освоить метод симплексных таблиц. Дать определение методов линейного программирования. Перечислить методы линейного программирования. Объяснить в чем суть задачи линейного программирования графическим методом. Изучить понятие симплексные таблицы. Решить задачи практического занятия с помощью симплексных таблиц.
2	ПК-11-31	2. Описать способ решения транспортной задачи распределительным методом. Изучить модель открытой транспортной задачи, решить несколько примеров таких задач.
3	ПК-11-32	3. Поясните способы применения метод Гомори.
4	ПК-11-32	4. Поясните способы применения метод ветвей и границ.
5	ПК-11-33	5. Изучить алгоритм геометрического метода решения задач нелинейного программирования.
6	ПК-11-33	6. Изучить алгоритм решения методом отсечения.
7	ПК-11-34	7. Поясните постановку задачи по теме теория игр.
8	ПК-11-34	8. Опишите алгоритм решения матричной игры сведением к модели линейного программирования.
9	ПК-11-35	9. Сформулируйте общую постановку задачи динамического программирования. Расскажите, чем отличаются задачи динамического программирования от других задач исследования операций?
10	ПК-11-35	10. Дайте определение понятию: принцип оптимальности, рекуррентное соотношение. Дайте определение понятию: принцип оптимальности, рекуррентное соотношение. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана.
11	ПК-11-36	11. Расскажите, в чем состоит суть сетевого планирования и управления?
12	ПК-11-36	12. Дайте характеристики элементов сетевого графика.
13	ПК-11-37	13. Изучить статические и динамические модели управления запасами, детерминированные статические модели: модель с дефицитом и без дефицита.
14	ПК-11-37	14. Изучить стохастические статистические модели управления запасами.

### 6.2. Задания, направленные на формирование профессиональных умений

№	Код результата обучения	Задания
15	ПК-11-У1	15. Отработать нахождение первоначального допустимого

		базисного решения. Научиться применять основные теоремы двойственности
16	ПК-11-У1	16. Освоить решение задач линейного программирования (симплекс метод, графический метод) с помощью Excel. Описать алгоритм решения методом отсечения
17	ПК-11-У2	17. Освоить решение задач целочисленного программирования с помощью Excel методом Гомори
18	ПК-11-У2	18. Освоить решение задач целочисленного программирования с помощью Excel методом Беллмана.
19	ПК-11-У3	19. Выучить алгоритм геометрического метода решения задач нелинейного программирования. Дать определение выпуклой функции. Какими свойствами обладают решения задач выпуклого программирования?
20	ПК-11-У3	20. Решать задачи нелинейного программирования. Выучить алгоритм геометрического метода решения задач нелинейного программирования
21	ПК-11-У4	21. Освоить решение транспортной задачи с помощью Excel
22	ПК-11-У4	22. Освоить способ решения транспортной задачи распределительным методом
23	ПК-11-У5	23. Поясните постановку задачи по теме теория игр
24	ПК-11-У5	24. Опишите алгоритм решения матричной игры сведением к модели линейного программирования
25	ПК-11-У6	25. Как выглядит уравнение Беллмана в задаче оптимального распределения ресурса между несколькими предприятиями?
26	ПК-11-У6	26. Опишите алгоритм решения задачи динамического программирования. Опишите алгоритм решения задачи о замене оборудования
27	ПК-11-У7	27. Укажите алгоритм частичной оптимизации проекта по стоимости за счет использования свободных ресурсов времени работ. Каков алгоритм поиска оптимального решения задачи ускорения выполнения работ?
28	ПК-11-У7	28. Анализ и оптимизация сетевого графика по времени и стоимости

### 6.3. Задания, направленные на формирование профессиональных навыков, владений

№	Код результата обучения	Задания
29	ПК-11-В1	<p>29. Решение задачи линейного программирования графическим методом.</p> <p><b>1.</b> Для изготовления деталей двух типов имеется 200 кг металла. На изготовление одного изделия первого типа расходуется 4 кг металла, для изготовления одной детали второго типа 8 кг. Составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей прибыли от продажи изделий, если стоимость детали первого типа установлена 300 рублей, а второй детали 200 рублей, причем деталей первого типа требуется изготовить не более 40, а второго типа – не более 20.</p> <p><b>2.</b></p>

		<p>Найти максимум целевой функции <math>z = 9x_1 + x_2</math> при выполнении условий:</p> $\begin{cases} x_2 \leq 4 \\ x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>3. Найти минимум целевой функции <math>z = 3x_1 - 3x_2 + 5</math> при выполнении условий:</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 1, \\ 2x_1 + x_2 \geq 2, \\ 3x_1 + x_2 \leq 3, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>4. Найти максимум целевой функции <math>z = 6x_1 + 2x_2 + 8</math> при выполнении условий:</p> $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \geq 6, \\ x_1 + 4x_2 \leq 16, \\ 3x_1 + x_2 \leq 15, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>5. Найти максимум целевой функции <math>z = x_1 + x_2 + 3</math> при выполнении условий:</p> $\begin{cases} x_1 \leq 4, x_2 \leq 3, \\ x_1 + x_2 \geq 2, \\ 6x_1 + 5x_2 \leq 30, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>6. Найти максимум целевой функции <math>z = 0,2 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2</math> при выполнении условий:</p> $\begin{cases} x_2 \geq 0,25 \cdot (x_1 + x_2), \\ x_1 \geq 60, \\ x_1 + x_2 \leq 200, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$
30	ПК-11-В1	<p>30. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом. Определение начального допустимого базиса.</p> <p>1. С помощью симплекс-метода решить стандартную задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} x_1 - x_2 - 2x_3 + x_4 \geq 6, \\ -x_1 + x_3 \leq 2, \\ 2x_2 - 3x_3 + 2x_4 \leq 8, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 4. \end{cases}$ <p>2. С помощью симплекс-метода решить стандартную задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = x_1 + 3x_2 + 2x_3</math> при ограничениях:</p>

		$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 5, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 10, \\ -2x_1 + 3x_2 - x_3 \geq 2, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 3. \end{cases}$ <p>3. С помощью симплекс-метода решить стандартную задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = 14x_1 + 10x_2 + 14x_3 + 14x_4</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 35, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 30, \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 40, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 4. \end{cases}$ <p>4. С помощью симплекс-метода решить каноническую задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = 4 + x_1 + x_2 + x_3</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 5, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 10, \\ -2x_1 + 3x_2 - x_3 \geq 2, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 3. \end{cases}$ <p>3. С помощью симплекс-метода решить стандартную задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = 14x_1 + 10x_2 + 14x_3 + 14x_4</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 35, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 30, \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 40, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 4. \end{cases}$ <p>4. С помощью симплекс-метода решить каноническую задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = 4 + x_1 + x_2 + x_3</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} x_1 - x_4 - 2x_6 = 5, \\ x_2 + 2x_4 + 3x_5 + x_6 = 3, \\ x_3 + 2x_4 + 5x_5 + 2x_6 = 6, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 6. \end{cases}$ <p>5. С помощью симплекс-метода решить каноническую задачу линейного программирования: найти максимум целевой функции <math>z = 2x_1 - x_2 + 3x_3 - 2x_4 + x_5</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - x_2 + x_4 = 1, \\ x_1 + x_2 + x_5 = 2, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 5. \end{cases}$
--	--	--



		<p>6. С помощью симплекс-метода решить каноническую задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = 28 - x_1 - x_2</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_4 = 8, \\ -2x_1 + 3x_2 + x_3 = 9, \\ 3x_1 - 2x_2 + x_5 = 9, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 5. \end{cases}$ <p>7. С помощью симплекс-метода решить каноническую задачу линейного программирования: найти минимум целевой функции <math>z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + 4</math>:</p> $\begin{cases} x_1 + x_4 = 2 + 2x_5, \\ x_2 + x_5 = 3 + 2x_4, \\ x_3 + 3x_4 = 1 + x_5, \\ x_i \geq 0, i = 1, \dots, 5. \end{cases}$																																																																																																
31	ПК-11-В2	<p>31. Составление и решение открытой транспортной задачи.</p> <p>1.</p> <table border="1" data-bbox="596 763 1209 958"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Постав- щики</th> <th rowspan="2">Мощнос- ти пос- тавщи- ков</th> <th colspan="3">Потребители и их спрос</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>60</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>50</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>60</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>2.</p> <table border="1" data-bbox="596 1003 1209 1198"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Постав- щики</th> <th rowspan="2">Мощнос- ти пос- тавщи- ков</th> <th colspan="4">Потребители и их спрос</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>450</td> <td>250</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>200</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>300</td> <td>6</td> <td>9</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>100</td> <td>8</td> <td>2</td> <td>10</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.</p> <table border="1" data-bbox="596 1220 1209 1415"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Постав- щики</th> <th rowspan="2">Мощнос- ти пос- тавщи- ков</th> <th colspan="4">Потребители и их спрос</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>50</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>70</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос			1	2	3			60	60	50	1	50	2	3	2	2	70	2	4	5	3	60	6	5	7	Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос				1	2	3	4			450	250	100	100	1	200	6	4	4	5	2	300	6	9	5	8	3	100	8	2	10	6	Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос				1	2	3	4			50	50	40	60	1	30	5	4	6	3	2	70	4	5	5	8	3	70	7	3	4	7
Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос																																																																																																
		1	2	3																																																																																														
		60	60	50																																																																																														
1	50	2	3	2																																																																																														
2	70	2	4	5																																																																																														
3	60	6	5	7																																																																																														
Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос																																																																																																
		1	2	3	4																																																																																													
		450	250	100	100																																																																																													
1	200	6	4	4	5																																																																																													
2	300	6	9	5	8																																																																																													
3	100	8	2	10	6																																																																																													
Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос																																																																																																
		1	2	3	4																																																																																													
		50	50	40	60																																																																																													
1	30	5	4	6	3																																																																																													
2	70	4	5	5	8																																																																																													
3	70	7	3	4	7																																																																																													
32	ПК-11-В2	<p>4.</p> <table border="1" data-bbox="596 1469 1209 1664"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Постав- щики</th> <th rowspan="2">Мощнос- ти пос- тавщи- ков</th> <th colspan="4">Потребители и их спрос</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>50</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>70</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>5.</p> <table border="1" data-bbox="596 1686 1209 1881"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Постав- щики</th> <th rowspan="2">Мощнос- ти пос- тавщи- ков</th> <th colspan="4">Потребители и их спрос</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>15</td> <td>25</td> <td>8</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>25</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>18</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>15</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p>32. Составление и решение открытой транспортной задачи.</p>	Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос				1	2	3	4			50	50	40	50	1	30	5	4	6	3	2	70	4	5	5	4	3	70	7	3	4	7	Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос				1	2	3	4			15	25	8	12	1	25	2	4	3	6	2	18	3	5	7	5	3	12	1	8	4	5	4	15	4	3	2	8																						
Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос																																																																																																
		1	2	3	4																																																																																													
		50	50	40	50																																																																																													
1	30	5	4	6	3																																																																																													
2	70	4	5	5	4																																																																																													
3	70	7	3	4	7																																																																																													
Постав- щики	Мощнос- ти пос- тавщи- ков	Потребители и их спрос																																																																																																
		1	2	3	4																																																																																													
		15	25	8	12																																																																																													
1	25	2	4	3	6																																																																																													
2	18	3	5	7	5																																																																																													
3	12	1	8	4	5																																																																																													
4	15	4	3	2	8																																																																																													
33	ПК-11-В3	<p>33. Опишите алгоритмы, помогающие находить целочисленное решение задачи ЛП  <b>Целочисленное линейное программирование. Найти</b></p>																																																																																																

		<p>оптимальное решение задачи целочисленного линейного программирования (<math>x_i</math> – целые числа).</p> <p>1. <math>Z = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max</math> <math>\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 13, \\ x_1 - x_2 \leq 6, \\ -3x_1 + x_2 \leq 9, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}</math></p> <p>2. <math>Z = 5x_1 + 7x_2 \rightarrow \min</math> <math>\begin{cases} -3x_1 + 14x_2 \leq 78, \\ 5x_1 - 6x_2 \leq 26, \\ x_1 + 4x_2 \geq 25, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}</math></p> <p>3. <math>Z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \min</math> <math>\begin{cases} 6x_1 + 4x_2 \geq 24, \\ -3x_1 + 3x_2 \leq 9, \\ -x_1 + 3x_2 \geq 3, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}</math></p> <p>4. <math>Z = 6x_1 + x_2 \rightarrow \min</math> <math>\begin{cases} 3x_1 - x_2 \geq 9, \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 50, \\ -x_1 + 4x_2 \geq 18, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}</math></p> <p>5. <math>Z = 2x_2 - 2x_4 \rightarrow \max</math> <math>\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 2x_4 - x_5 = 2, \\ 2x_2 + 2x_3 - 6x_4 + 3x_5 = 8, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ x_3 \geq 0, x_4 \geq 0 \end{cases}</math></p>
34	ПК-11-В3	<p>34. Опишите алгоритмы, помогающие находить целочисленное решение задачи ЛП</p> <p><b>Целочисленное линейное программирование.</b> Найти оптимальное решение задачи целочисленного линейного программирования (<math>x_i</math> – целые числа).</p> <p>6. <math>Z = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max</math> <math>\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 11, \\ x_1 - x_2 \leq 6, \\ -3x_1 + x_2 \leq 7, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}</math></p> <p>7. <math>Z = 4x_1 + 5x_2 \rightarrow \min</math> <math>\begin{cases} -3x_1 + 14x_2 \leq 60, \\ 5x_1 - 6x_2 \leq 26, \\ x_1 + 4x_2 \geq 25, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}</math></p>
35	ПК-11-В4	<p>35. Приведите примеры решения задач нелинейного программирования.</p> <p>1. Найти геометрически наибольшее значение функции <math>z = x_1x_2 + 2</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} 1 \leq x_1 \leq 4, \\ x_2 \geq 1, \\ 3x_2 + 2x_1 \leq 14. \end{cases}$ <p>2. Найти геометрически наибольшее значение функции <math>z = x_2 - (x_1 - 3/2)^2</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} 4x_2 \geq x_1, \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0. \end{cases}$

		<p>3. Найти геометрически наибольшее и наименьшее значение функции <math>z = 3x_1 + x_2</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \leq 40, \\ x_1^2 + x_2^2 \geq 4, \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0. \end{cases}$ <p>4. Найти геометрически наибольшее и наименьшее значение функции <math>z = 26 - 2x_1 - 10x_2 + x_1^2 + x_2^2</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq -4, \\ 5x_1 + 2x_2 \leq 20, \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0. \end{cases}$ <p>5. Найти геометрически наибольшее и наименьшее значение функции <math>z = x_1^2 + 2x_2 - 3</math> при ограничениях:</p> $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$ <p>6. Найти геометрически наибольшее и наименьшее значение функции <math>z = e^{-x_1^2 - x_2^2} (2x_1^2 + 3x_2^2)</math> при ограничении: <math>x_1^2 + x_2^2 \leq 4</math>.</p>
36	ПК-11-В4	36. Приведите примеры решения задач выпуклого программирования.
37	ПК-11-В5	37. Решите задачи приведения матричной игры к задаче линейного программирования.
38	ПК-11-В5	<p>38. Приведите примеры решения взаимодвойственных задач теории игр. Зная платежную матрицу, определить нижнюю и верхнюю цены матричной антагонистической игры и найти решение игры.</p> <p>1. <math>\begin{vmatrix} 3 &amp; 6 &amp; 8 \\ 8 &amp; 4 &amp; 2 \\ 7 &amp; 5 &amp; 3 \end{vmatrix}</math>,                      2. <math>\begin{vmatrix} 0,3 &amp; 0,6 &amp; 0,8 \\ 0,9 &amp; 0,4 &amp; 0,2 \\ 0,7 &amp; 0,5 &amp; 0,4 \end{vmatrix}</math>,</p> <p>3. <math>\begin{vmatrix} 4 &amp; 9 &amp; 5 &amp; 3 \\ 7 &amp; 8 &amp; 6 &amp; 9 \\ 7 &amp; 4 &amp; 2 &amp; 6 \\ 8 &amp; 3 &amp; 4 &amp; 7 \end{vmatrix}</math>,                      4. <math>\begin{vmatrix} 8 &amp; 9 &amp; 9 &amp; 4 \\ 6 &amp; 5 &amp; 8 &amp; 7 \\ 3 &amp; 4 &amp; 5 &amp; 6 \end{vmatrix}</math>,</p> <p>5. <math>\begin{vmatrix} 2 &amp; 5 &amp; 3 \\ 6 &amp; 4 &amp; 5 \\ 3 &amp; 7 &amp; 6 \\ 2 &amp; 3 &amp; 4 \end{vmatrix}</math>,                      6. <math>\begin{vmatrix} 4 &amp; 5 &amp; 6 &amp; 7 &amp; 9 \\ 3 &amp; 4 &amp; 6 &amp; 7 &amp; 6 \\ 7 &amp; 6 &amp; 10 &amp; 8 &amp; 11 \\ 8 &amp; 5 &amp; 4 &amp; 7 &amp; 3 \end{vmatrix}</math>,</p> <p>7. <math>\begin{vmatrix} 3 &amp; -2 &amp; 5 &amp; -1 \\ 4 &amp; 0 &amp; 6 &amp; 1 \\ 2 &amp; -1 &amp; 3 &amp; 2 \\ 1 &amp; 3 &amp; 7 &amp; 4 \end{vmatrix}</math>,                      8. <math>\begin{vmatrix} -1 &amp; 2 &amp; 1 \\ 2 &amp; 1 &amp; 2 \\ -2 &amp; 3 &amp; 4 \end{vmatrix}</math>,</p>
39	ПК-11-В6	39. Найти оптимальное распределение средств в размере 9 усл. ед. между тремя предприятиями. Прибыль от каждого предприятия является функцией от вложенных в него средств и представлена таблицей:

		<table border="1"> <tr> <td>Вложенные средства</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Прибыль</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I предприятие</td> <td>5</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>24</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>II предприятие</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>III предприятие</td> <td>7</td> <td>10</td> <td>13</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>25</td> </tr> </table> <p>Вложения в каждое предприятия кратны 1 усл. ед.</p>	Вложенные средства	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Прибыль										I предприятие	5	9	12	14	15	18	20	24	27	II предприятие	7	9	11	13	16	19	20	22	25	III предприятие	7	10	13	15	16	18	21	22	25																																								
Вложенные средства	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																			
Прибыль																																																																																												
I предприятие	5	9	12	14	15	18	20	24	27																																																																																			
II предприятие	7	9	11	13	16	19	20	22	25																																																																																			
III предприятие	7	10	13	15	16	18	21	22	25																																																																																			
40	ПК-11-В6	<p>40.Найти оптимальное распределение ресурсов <math>q_0 = 8000</math> ед. между двумя отраслями производств в течение 4 лет, если известны функции доходов для каждой отрасли <math>f_1(x)=0,1 x^2</math> и <math>f_2(x)=0,5 x</math>, а также функции возврата <math>b_1(x)=0,7 x</math> и <math>b_2(x)=0,4 x</math>. В конце года все возвращенные средства перераспределяются, доход в производство не вкладывается.</p>																																																																																										
41	ПК-11-В7	<p>41.Построение сетевой модели, определение временных параметров сетевых графиков. Оптимизация сетевого графика методом время-стоимость.</p> <p>Построение сетевой модели, определение временных параметров сетевых графиков. Оптимизация сетевого графика методом время-стоимость.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Работа <math>(i, j)</math></th> <th>Минимальная продолжительность работы (сут.) <math>a(i, j)</math></th> <th>Нормальная продолжительность работы (сут.) <math>t(i, j)</math></th> <th>Максимальная продолжительность работы (сут.) <math>b(i, j)</math></th> <th>Коэффициент затрат на ускорение работ (руб./сут.) <math>h(i, j)</math></th> <th>Нормальная стоимость работ (руб.) <math>C(i, j)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(0,1)</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>(0,4)</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>(1,2)</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>12</td> <td>10</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>(1,5)</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>4</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>(2,8)</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>(8,3)</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>12</td> <td>3</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>(2,3)</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>3</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>(3,7)</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>(7,9)</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>4</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>(4,5)</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>(4,6)</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>20</td> <td>8</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>(5,3)</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>(5,6)</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>15</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>(6,7)</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>4</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	Работа $(i, j)$	Минимальная продолжительность работы (сут.) $a(i, j)$	Нормальная продолжительность работы (сут.) $t(i, j)$	Максимальная продолжительность работы (сут.) $b(i, j)$	Коэффициент затрат на ускорение работ (руб./сут.) $h(i, j)$	Нормальная стоимость работ (руб.) $C(i, j)$	(0,1)	2	3	6	3	35	(0,4)	3	4	8	8	40	(1,2)	4	7	12	10	120	(1,5)	6	8	9	4	20	(2,8)	3	4	10	5	55	(8,3)	4	6	12	3	40	(2,3)	5	5	10	3	50	(3,7)	2	7	8	6	60	(7,9)	5	10	15	4	100	(4,5)	6	10	12	5	100	(4,6)	10	14	20	8	150	(5,3)	2	3	4	9	50	(5,6)	2	2	6	15	100	(6,7)	6	8	10	4	60
Работа $(i, j)$	Минимальная продолжительность работы (сут.) $a(i, j)$	Нормальная продолжительность работы (сут.) $t(i, j)$	Максимальная продолжительность работы (сут.) $b(i, j)$	Коэффициент затрат на ускорение работ (руб./сут.) $h(i, j)$	Нормальная стоимость работ (руб.) $C(i, j)$																																																																																							
(0,1)	2	3	6	3	35																																																																																							
(0,4)	3	4	8	8	40																																																																																							
(1,2)	4	7	12	10	120																																																																																							
(1,5)	6	8	9	4	20																																																																																							
(2,8)	3	4	10	5	55																																																																																							
(8,3)	4	6	12	3	40																																																																																							
(2,3)	5	5	10	3	50																																																																																							
(3,7)	2	7	8	6	60																																																																																							
(7,9)	5	10	15	4	100																																																																																							
(4,5)	6	10	12	5	100																																																																																							
(4,6)	10	14	20	8	150																																																																																							
(5,3)	2	3	4	9	50																																																																																							
(5,6)	2	2	6	15	100																																																																																							
(6,7)	6	8	10	4	60																																																																																							
42	ПК-11-В7	<p>42. Статические детерминированные модели управления запасами.</p> <p>На заводе безалкогольных напитков жидкие продукты</p>																																																																																										

		нескольких видов разливаются в пакеты на одной линии упаковки. Затраты на подготовительно-заключительные операции составляют 800 ден. ед. Потребность в продукции составляет 160 000 л в месяц. Стоимость хранения 1 л в течение месяца - 1 ден. ед. Заказанная партия продукции поступает в цех непрерывно с постоянной интенсивностью 96 000 л в день. Партия поступает в течение определенного времени $\tau_1$ , а затем в течение $\tau_2$ только расходуется. Определить оптимальный размер партии, период возобновления заказа и его составляющие $\tau_1$ и $\tau_2$ , а также минимальные издержки в единицу времени. Каковы будут издержки, если период возобновления заказа одна неделя.
--	--	---

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Средства оценивания в ходе текущего контроля:

- письменные краткие опросы в ходе аудиторных занятий на знание категорий учебной дисциплины
- задания и упражнения, рекомендованные для самостоятельной работы;
- практическая работа на семинарских занятиях;
- ответы на вопросы при подготовке к зачету, экзамену.

### 7.2. ФОС для текущего контроля

№	Код результата обучения	ФОС текущего контроля
1.	ПК-11-31	Задание 1 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
2.	ПК-11-31	Задание 2 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
3.	ПК-11-32	Задание 3 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
4.	ПК-11-32	Задание 4 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
5.	ПК-11-33	Задание 5 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
6.	ПК-11-33	Задание 6 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
7.	ПК-11-34	Задание 7 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
8.	ПК-11-34	Задание 8 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
9.	ПК-11-35	Задание 9 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
10.	ПК-11-35	Задание 10 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
11.	ПК-11-36	Задание 11 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1
12.	ПК-11-36	Задание 12 для приобретения, закрепления и углубления знаний из п. 6.1



38	ПК-11–В5	Задание 38 направленные на формирование профессиональных навыков, владений из п. 6.3.
39	ПК-11–В6	Задание 39 направленные на формирование профессиональных навыков, владений из п. 6.3.
40	ПК-11–В6	Задание 40 направленные на формирование профессиональных навыков, владений из п. 6.3.
41	ПК-11–В7	Задание 41 направленные на формирование профессиональных навыков, владений из п. 6.3.
42	ПК-11–В7	Задание 42 направленные на формирование профессиональных навыков, владений из п. 6.3.

## 7.3 ФОС для промежуточной аттестации

## Задания для оценки знаний

№	Код результата обучения	Задания
1	ПК-11-31	1. Дайте определение понятий: целевая функция, ограничения в задачах математического программирования. 2. Сформулируйте общую постановку задачи линейного программирования. 3. Каковы особенности канонической задачи линейного программирования? 4. Каковы особенности стандартной задачи линейного программирования? 5. Укажите основные этапы графического метода решения задачи линейного программирования. 6. Каков геометрический смысл коэффициентов целевой функции? 7. Что такое симплекс-метод решения задачи линейного программирования. 8. Перечислите этапы симплекс-метода решения задачи линейного программирования. 9. Дайте определение опорного плана (решения) в симплекс методе, основных (базисных) и свободных переменных.
2	ПК-11-31	10. В чем суть использования искусственных переменных в М-методе? 11. Перечислите основные теоремы двойственности в задачах линейного программирования. 12. Каков экономический смысл численных коэффициентов в двойственных задачах? 13. Опишите экономико-математическую модель классической транспортной задачи. 14. Каковы различия между открытой и закрытой транспортной задачами? 15. Какие методы решения закрытой транспортной задачи вы знаете? 16. Поясните способ нахождения базисного распределения поставок и решения транспортных задач распределительным методом. 17. Дайте определение понятий в методе потенциалов: потенциалы поставщиков и потребителей. 18. Сформулируйте условие оптимальности опорного решения в методе потенциалов.
3	ПК-11-32	19. Сформулируйте целочисленную задачу линейного программирования. 20. Какое дополнительное ограничение возникает в задаче линейного программирования? 21. В чем суть метода отсечения при решении целочисленных задач линейного программирования?
4	ПК-11-32	22. Укажите основные этапы решения задачи методом Гомори. 23. Каков алгоритм решения целочисленной задачи в методе ветвей и границ?

5	ПК-11-33	24. Сформулируйте общую дискретную задачу линейного программирования. 25. Дайте общую постановку задачи нелинейного программирования. 26. Дайте определение выпуклой функции. 27. Какими свойствами обладают решения задач выпуклого программирования?
6	ПК-11-33	28. В чем суть методов спуска при решении задач нелинейного программирования? 29. Почему один из методов нахождения оптимального значения целевой функции основан на использовании градиента? 30. Укажите алгоритм поиска приближенного решения в методе кусочно-линейной аппроксимации.
7	ПК-11-34	31. Перечислите типы игр, возникающих при моделировании социально-экономических систем. 32. Всегда ли антагонистические игры имеют решение в чистых стратегиях? 33. Поясните вероятностный смысл смешанных стратегий. 34. Сформулируйте понятие максиминной и минимаксной цены игры. 35. Укажите алгоритм решения матричной игры сведением к модели линейного программирования.
8	ПК-11-34	36. Каковы отличия игр с ненулевой суммой от антагонистических игр? 37. Каковы отличия кооперативных игр от некооперативных? 38. Дайте определение понятиям вектор эксцессов, с-ядро и n-ядро. 39. Какой экономический смысл имеет супераддитивная характеристическая функция? 40. Что означает «справедливый дележ» в кооперативной игре?
9	ПК-11-35	1. Сформулируйте общую постановку задачи динамического программирования. 2. Чем отличаются задачи динамического программирования от других задач исследования операций? 3. Дайте определение следующего понятия: стратегия управления. 4. Дайте определение следующего понятия: оптимальная стратегия. Пример 5. Дайте определение следующего понятия: рекуррентное соотношение. Примеры
10	ПК-11-35	6. Дайте определение понятию: принцип оптимальности. 7. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана. 8. Рекуррентные соотношения Беллмана. 9. Как выглядит уравнение Беллмана в задаче оптимального распределения ресурса между несколькими предприятиями?
11	ПК-11-36	10. В чем состоит суть сетевого планирования и управления? 11. Дайте характеристики элементов сетевого графика. 12. Как выполняется расчет временных параметров сетевого графика: ранних и поздних сроков событий, резервов времени? 13. Что определяет критический путь в сетевой модели? 14. Что отражает график Ганта? 15. Какие оптимизационные задачи сетевого планирования вам известны?
12	ПК-11-36	16. Дайте определения понятий граф, ориентированный граф, путь, матрица графов. 17. Перечислите матричные и числовые характеристики графов. 18. Укажите алгоритм поиска кратчайшего пути между двумя вершинами графа. 19. Что такое эйлеровы графы? 20. Что такое гамильтонов путь в графе? 21. Поясните алгоритм построения деревьев. 22. Какие виды деревьев применяются для задач поиска и оптимизации? 23. Опишите вид двоичных деревьев поиска. 24. Дайте определение понятию сети Петри. 25. В чем состоит суть сетевого планирования и управления? 26. Какие оптимизационные задачи сетевого планирования вам известны? 27.



		Укажите алгоритм частичной оптимизации проекта по стоимости за счет использования свободных ресурсов времени работ. 28. Что определяет коэффициент дополнительных затрат на ускорение работы? 29. Что такое коэффициент напряженности работ? 30. Каков алгоритм поиска оптимального решения задачи ускорения выполнения работ? 31. Анализ и оптимизация сетевого графика по времени и стоимости.
13	ПК-11-37	32. Статические и динамические модели управления запасами. 33. Детерминированные статические модели: модель с дефицитом и без дефицита. 34. Формула наиболее экономичного объема партии (формула Уилсона). 35. Плотность убытков. 36. Стохастические статистические модели управления запасами. 37. Дискретный и непрерывный случайный спрос. 38. Модель с фиксированным временем задержки поставок. 39. Перечислите балансовые модели в экономике. 40. Какова цель исследования в балансовые модели? 41. Поясните принцип составления матрицы Леонтьева (структурная). 42. Как записать балансовые уравнения, опишите свойства технологических коэффициентов. 43. Что такое продуктивная матрица? Как она составляется? 44. Матрица коэффициентов полных затрат. 45. Коэффициенты косвенных затрат. 46. Коэффициенты прямых и полных затрат труда и капиталовложений.
14	ПК-11-37	47. Линейная модель обмена (модель международной торговли). 48. Динамическая модель планирования. 49. Линейная модель производства. 50. Поясните постановку задачи модели равновесных цен. 51. Дайте определение и приведите примеры вектора валового выпуска. 52. Дайте определение и приведите примеры цен и норм добавленной стоимости. 53. Дайте определение и приведите примеры прогноза изменения цен и инфляции по изменению норм добавленной стоимости. 54. Поясните решение задачи: определение равновесных цен по данным балансовой таблицы и вектору норм добавленной стоимости 55. В чем суть задачи взаимозачет долгов предприятий? 56. Как определяются параметры выпуска продукции предприятия с учетом затрат внешних ресурсов.

## Задания для оценки умений

№	Код результата обучения	Задания
1	ПК-11-У1	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 15, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
2	ПК-11-У1	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 16, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
3	ПК-11-У2	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 17, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
4	ПК-11-У2	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 18, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).

5	ПК-11-У3	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 19, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
6	ПК-11-У3	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 20, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
7	ПК-11-У4	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 21, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
8	ПК-11-У4	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 22, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
9	ПК-11-У5	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 23, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
10	ПК-11-У5	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 24, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
11	ПК-11-У6	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 25, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
12	ПК-11-У6	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 26, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
13	ПК-11-У7	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 27, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).
14	ПК-11-У7	В качестве фондов оценочных средств для оценки умений обучающегося используются задания 28, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.2).

**Задания, направленные на формирование профессиональных навыков, владений**

<b>№</b>	<b>Код результата обучения</b>	<b>Задания</b>
1	ПК-11-В1	В качестве фондов оценочных средств для оценки навыков, владений, опыта деятельности обучающегося используются задания 29, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.3), а также практическая работа: чтение лекций, проведение различных видов семинарских и практических занятий с использованием активных методов обучения.
2	ПК-11-В1	В качестве фондов оценочных средств для оценки навыков, владений, опыта деятельности обучающегося используются задания 30, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.3), а также практическая работа: чтение лекций, проведение различных видов семинарских и практических занятий с использованием активных методов обучения.
3	ПК-11-В2	В качестве фондов оценочных средств для оценки навыков, владений, опыта деятельности обучающегося используются задания 31, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.3), а также практическая работа: чтение лекций,



		40, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.3), а также практическая работа: чтение лекций, проведение различных видов семинарских и практических занятий с использованием активных методов обучения.
13	ПК-11-В7	В качестве фондов оценочных средств для оценки навыков, владений, опыта деятельности обучающегося используются задания 41, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.3), а также практическая работа: чтение лекций, проведение различных видов семинарских и практических занятий с использованием активных методов обучения.
14	ПК-11-В7	В качестве фондов оценочных средств для оценки навыков, владений, опыта деятельности обучающегося используются задания 42, рекомендованные для выполнения в часы самостоятельной работы (раздел 6.3), а также практическая работа: чтение лекций, проведение различных видов семинарских и практических занятий с использованием активных методов обучения.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1. Основная литература**

1. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/460143>
2. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454393>
3. Жидкова Н.В. Методы оптимизации систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Жидкова, О.Ю. Мельникова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 149 с. — 978-5-4486-0257-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72547.html>

### **8.2. Дополнительная литература**

4. Исследование операций [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / . — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 108 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75575.html>
5. Половина И.П. Исследование операций [Электронный ресурс] : сборник заданий / И.П. Половина. — Электрон. текстовые данные. — Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2017. — 80 с. — 978-5-85218-869-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70625.html>

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЛЕКТОВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении учебной дисциплины (в том числе в интерактивной форме)

предполагается применение современных информационных технологий. Комплект программного обеспечения для их использования включает в себя: операционная система Microsoft Windows 7 Pro, офисный пакет программ Microsoft Office Professional Plus 2010, офисный пакет программ Microsoft Office Professional Plus 2007, антивирусная программа Dr. Web Desktop Security Suite, архиватор 7-zip, аудиопроигрыватель AIMP, просмотр изображений FastStone Image Viewer, ПО для чтения файлов формата PDF Adobe Acrobat Reader, ПО для сканирования документов NAPS2, ПО для записи видео и проведения видеотрансляций OBS Studio, ПО для удалённого администрирования Aspiа, правовой справочник Гарант Аэро, онлайн-версия КонсультантПлюс: Студент, электронно-библиотечная система IPRBooks, электронно-библиотечная система Юрайт, математические вычисления Mathcad 14 University, версия 1С для обучения программированию: 1С: Предприятие 8.2 Версия для обучения программированию

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).**

### **10.1. Интернет- ресурсы**

1. <https://cyberleninka.ru> – научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
2. <https://elibrary.ru> – научная электронная библиотека
3. <http://www.gpntb.ru/> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
4. Видеолекции-презентации размещенные в сети общего доступа факультета ИСиКТ по адресу d:\prepod\Скуратовская ОГ\УМК\_Базы\_данных\_для\_437
5. <http://rema44.ru/resurs/study/dblectio/dblectio.html> Т.Карпова. Базы данных. Модели, разработка, реализация: Учебник. - СПб.:Питер
6. <http://www.intuit.ru/> - Интернет университет информационных технологий
7. ЭБС IPRbooks (АйПиАрбукс) <http://www.iprbookshop.ru>
8. Образовательная платформа ЮРАЙТ <https://urait.ru>

## **11. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.**

Изучение учебной дисциплины «Базы данных» обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 9 ноября 2015 г. № 1309 «Об утверждении Порядка обеспечения условий доступности для инвалидов объектов и предоставляемых услуг в сфере образования, а также оказания им при этом необходимой помощи» (с изменениями и дополнениями), Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса, утвержденными Министерством образования и науки РФ 08.04.2014г. № АК-44/05вн, Положением об организации обучения студентов – инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, утвержденным приказом ректора Университета от 6 ноября 2015 года №60/о, Положением о Центре инклюзивного образования и психологической помощи АНО ВО «Российский новый университет», утвержденного приказом ректора от 20 мая 2016 года № 187/о.

Лица с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются электронными образовательными ресурсами, адаптированными к состоянию их здоровья.

Предоставление специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, подбор и разработка учебных материалов для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья производится преподавателями

с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей обучающихся и специфики приема-передачи учебной информации на основании просьбы, выраженной в письменной форме.

С обучающимися по индивидуальному плану или индивидуальному графику проводятся индивидуальные занятия и консультации.

## **12. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Ауд.403 (компьютерный класс № 4)

Специализированная мебель:

- столы студенческие;
- стулья студенческие;
- стол для преподавателя;
- стул для преподавателя;
- столы компьютерные;
- кресла компьютерные;
- шкаф для хранения раздаточного материала;
- доска (меловая);
- маркерная доска (переносная).

Технические средства обучения:

- проектор;
- ПК для преподавателя с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза;
- ПК для с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза;
- веб-камера;
- экран;
- колонки;
- микрофон.

Специализированное оборудование:

- наглядные пособия (плакаты)

Автор (составитель): С.В. Толоконников




(подпись)

год начала подготовки 2021

**Лист внесения изменений в рабочую программу учебной дисциплины  
«Исследование операций и методы оптимизации»**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на 2021/2022 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры ПЭ от «11» июня 2021 г.

Зав. кафедрой

 /Преснякова Д.В./

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

**Код и направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика**

#### **Прикладная информатика в экономике**

Учебная дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» изучается обучающимися, осваивающими образовательную программу «Прикладная информатика» по профилю Прикладная информатика в экономике в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 N922 (ФГОС ВО 3++).

Цель дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» - обеспечить студентов математическими методами для решения оптимизационных задач в экономике с последующим анализом решения. Усвоение методов необходимо для дальнейшего углубленного изучения отраслевых экономических дисциплин.

Изучение учебной дисциплины направлено на подготовку обучающихся к осуществлению деятельности по обследованию предметной области предприятия на предмет формирования требований к информационной системе, построения моделей бизнес-процессов, выполнению реинжиниринга бизнес-процессов предприятия, разработке и настройке инструментария для внедрения информационных систем, выполнению обобщенной трудовой функции: выполнение работ по проектированию, настройке и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы, определенных профессиональным стандартом «Системный аналитик», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.20.2014 № 809н.

Учебная дисциплина Исследование операций и методы оптимизации относится к части учебного плана формируемой участниками образовательных отношений и изучается на 2, 3 курсе.

В результате освоения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен овладеть:

**- Способен разрабатывать концепции системы (ПК-11)**