

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

А.П. Мешкова

«_29_» ____08____ 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой МиМП

 И.А. Байгушева

«_29_» ____08____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

_____ **МЕТОДЫ ОПИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ** _____

Составитель(-и)

Ларина О.В., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры
математики и методики её преподавания

Направление подготовки

38.05.01 «Экономическая безопасность»

Направленность (профиль) ОПОП

**Экономико- правовое обеспечение экономической
безопасности**

Квалификация (степень)

экономист

Форма обучения

заочная

Год приема

2022

Курс

2

Семестр(ы)

3

Астрахань - 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. **Цель освоения дисциплины** «Методы оптимальных решений» – овладение студентами методами оптимальных решений профессиональных задач экономиста.

1.2. **Задачи освоения дисциплины:**

- развитие творческого и логического мышления;
- овладение фундаментальными понятиями и основными методами оптимальных решений;
- формирование умения применять полученные математические знания при решении учебных профессиональных задач экономиста;
- способность самостоятельно приобретать необходимые математические знания.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. **Учебная дисциплина** «Методы оптимальных решений» **относится** к математическому и естественнонаучному циклу дисциплин обязательной части и осваивается в течение III семестра.

2.2. **Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:**

- *математический анализ, линейная алгебра, геометрия, экономика, введение в информационные технологии.*

Изучение дисциплины предполагает:

знание основ арифметики, математического анализа, линейной алгебры, геометрии, полученных ранее,

умение строить график линейной функции, определять координаты точек на плоскости, решать системы линейных уравнений, выполнять действия с дробями, работать в Microsoft Excel,

владение навыками анализа и обработки исходных данных, выбора методов решения, анализа полученного результата в процессе решения текстовых задач.

2.3. **Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- *теория игр, экономический анализ, экономика региона, управление затратами и результатами деятельности фирмы.*

Данный курс углубляет и расширяет представления студента о применении математических методов в экономических, политических, социальных исследованиях и повседневной жизни.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

общефессиональные (ОПК):

ОПК-1 – способность использовать знания и методы экономической науки, применять статистико-математический инструментарий, строить экономико-математические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1 способность использовать знания и методы экономической науки, применять статистико-математический инструментарий, строить экономико-математические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты	ИОПК-1.1.1 основные экономические показатели, принципы, категории и модели на микро- и макро-уровне	ИОПК-1.2.1 применять экономико-математические модели и статистико-математический инструментарий для решения профессиональных задач, ИОПК-1.2.2 анализировать и интерпретировать полученные с их помощью результаты	ИОПК-1.3.1 навыками применения редактора Microsoft Excel для вычислений при решении задач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объём дисциплины (модуля) составляет 3 зачётные единицы (108 часов), в том числе 8 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 4 часа – лекции, 4 часа – лабораторные занятия), и 100 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 - Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Л	ПЗ	ЛР	СР	КР	
Введение	3				1		
Раздел 1. Линейное программирование	3	4		4	49		
Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)	3	1			7		К.р.№ 1
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	3	1			7		К.р.№ 2
Тема 3. Двойственные задачи	3				7		

линейного программирования							
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	3	1		2	7		К.р.№ 3
Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)	3	1		2	7		К.р.№ 4
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	3				7		
Тема 7. Задачи целочисленного программирования	3				7		К.р.№ 5
Раздел 2. Нелинейное программирование	3				50		К.р.№ 6
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)	3				10		
Тема 9. Классические методы оптимизации	3				10		
Тема 10. Элементы выпуклого анализа	3				10		
Тема 11. Задачи динамического программирования	3				10		
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления	3				10		
ИТОГО		4		4	100		ЭКЗАМЕН

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 - Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			общее количество компетенций
			ОПК-1		
Введение	1		+		1
Раздел 1. Линейное программирование	57		7		7
Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)	8		+		1
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	8		+		1
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования	7		+		1
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	10		+		1
Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)	10		+		1
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	7		+		1
Тема 7. Задачи целочисленного программирования	7		+		1
Раздел 2. Нелинейное программирование	50		5		5
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)	10		+		1
Тема 9. Классические методы оптимизации	10		+		1
Тема 10. Элементы выпуклого анализа	10		+		1
Тема 11. Задачи динамического программирования	10		+		1
Тема 12. Задачи сетевого планирования и	10		+		1

управления				
Итого	108		13	13

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Введение

Предмет, структура, цели и роль дисциплины «Методы оптимальных решений». Основные понятия дисциплины.

Раздел 1. Линейное программирование

Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)

Примеры ЗЛП: задача о пищевом рационе, задача о распределении ресурсов. Математическая модель ЗЛП в различных эквивалентных постановках: общей, стандартной, канонической. Основные понятия линейного программирования.

Тема 2. Графическое решение ЗЛП

Алгоритм графического решения ЗЛП для двумерных и трёхмерных случаев. Графическая иллюстрация различных результатов решения ЗЛП: 1) существует единственное оптимальное решение; 2) существует бесконечное множество оптимальных решений; 3) оптимального решения нет, т.к. целевая функция неограниченна на множестве допустимых решений; 4) оптимального решения нет, т.к. множество допустимых решений пусто.

Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования

Симметричные и несимметричные пары двойственных ЗЛП. Экономическая интерпретация пары двойственных задач. Первая, вторая и третья теоремы двойственности.

Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП

Алгоритм симплексного метода. Признак оптимальности допустимого базисного решения. Признак неединственности оптимального решения. Признак неограниченности целевой функции на множестве допустимых решений. Метод искусственного базиса.

Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)

Математическая модель ТЗ закрытого типа. Теорема о существовании оптимального решения транспортной задачи. Методы нахождения исходного допустимого базисного решения ТЗ. Решение ТЗ методом потенциалов. Решение ТЗ открытого типа.

Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач

Задача об увеличении производительности автомобильного транспорта за счет минимизации порожнего пробега. Задача об оптимальном закреплении за станками операций по обработке деталей. Задача о занятости.

Тема 7. Задачи целочисленного программирования

Математическая модель задачи целочисленного программирования. Решение задачи целочисленного программирования методом Гомори. Геометрическая иллюстрация метода Гомори.

Раздел 2. Нелинейное программирование

Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)

Математические модели ЗНП. Графическое решение ЗНП для двумерного случая.

Тема 9. Классические методы оптимизации

Классическая задача оптимизации как частный пример ЗНП. Алгоритм метода Лагранжа. Классические методы математического анализа решения некоторых видов ЗНП. Квадратичное программирование.

Тема 10. Элементы выпуклого анализа

Производная по направлению и градиент. Выпуклая и вогнутая функции. Задача выпуклого программирования (ЗВП). Условие регулярности. Теорема Куна-Таккера. Приближенное решение ЗВП.

Тема 11. Задачи динамического программирования

Общая постановка задачи динамического программирования (ЗДП). Принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Задача о распределении средств между предприятиями. Задача о замене оборудования.

Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления

Сетевая модель и её основные элементы. Модель с промежуточными пунктами. Модель назначений. Модель выбора кратчайшего пути. Алгоритмы решения сетевых задач.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

На лекционных занятиях объясняются основные факты, понятия, определения, теоремы по изучаемой тематике, выводятся формулы, доказываются теоремы. В ходе лекции необходимо вовлекать студентов в процесс получения новых знаний, задавая им вопросы по тем фактам, которые были изучены в школе и подводя их логически к новым знаниям. Также на лекции можно разобрать решение конкретной задачи, как пример применения изученного материала.

На лабораторных занятиях разбираются решения задач различного типа в среде Microsoft Excel, обращая внимание на нюансы. При этом у доски работают студенты, как исследователи, а преподаватель руководит этим процессом, направляя его в нужное русло.

С материалами занятий можно ознакомиться на образовательном портале АГУ – Moodle. Консультацию можно получить в Moodle, по телефону, по почте.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен повторить материал лекции по пройденной теме, проанализировать решенные в классе задачи и выполнить домашнюю работу. Все вопросы, возникшие при выполнении самостоятельной работы, разбираются на аудиторных занятиях.

Контроль знаний проводится в виде письменных контрольных аудиторных работ и индивидуальных заданий. В конце курса предусмотрен экзамен.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, определяются в процессе изучения дисциплины и зависят от уровня подготовки студентов.

Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Введение	1	

Раздел 1. Линейное программирование	49	
Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)	7	Изучение теоретического материала;
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	7	Выполнение домашних заданий;
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования	7	Выполнение домашних контрольных работ;
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	7	Работа в Microsoft Excel, Moodle.
Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)	7	Подготовка и сдача экзамена
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	7	
Тема 7. Задачи целочисленного программирования	7	
Раздел 2. Нелинейное программирование	50	
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)	10	Весь материал по этому разделу изучается студентами самостоятельно
Тема 9. Классические методы оптимизации	10	
Тема 10. Элементы выпуклого анализа	10	
Тема 11. Задачи динамического программирования	10	
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления	10	

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Все контрольные работы выполняются письменно. Они должны содержать обоснование решения задачи в виде теоретического материала (определение используемых понятий, формулировки применяемых в процессе решения теорем, формулы для вычисления), вычислительный процесс, выводы в соответствии с полученным решением. Проверить решение на компьютере в Microsoft Excel.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Эффективное освоение учебной дисциплины подразумевает посещение лекций, активную работу на практических занятиях, выполнение домашних заданий и успешное выполнение контрольных работ.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

№	Формы	Описание
1	Проектная работа в команде	Разработка и представление решения текстовой учебной прикладной задачи: составление математической модели, решение её математическими методами, решение задачи в Microsoft Excel, формулировка выводов и рекомендаций.
2	Исследовательские методы в обучении	Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения.

3.	Проблемное обучение	Систематическое включение студентов в поиск решения новых для них проблем в процессе обучения (на практических занятиях), что повышает их учебную мотивацию и активизирует учебную деятельность.
4.	Контекстное обучение	Изучение математических понятий и методов в контексте профессиональной деятельности
5	Разноуровневое обучение	Сильные учащиеся утверждают в своих способностях, слабые получают возможность испытывать успех, повышается уровень мотивации ученья

Образовательные технологии: развитие у обучающихся способности принятия оптимальных решений на практике решения оптимизационных задач (групповые дискуссии, анализ ситуаций).

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и/или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических и/или лабораторных работ и др.

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Введение			
Раздел 1. Линейное программирование			
Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	<i>Обзорная лекция</i>		
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования			
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	<i>Обзорная лекция</i>		Анализ конкретных ситуаций, выполнение практических заданий Решение задач в Microsoft Excel
Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)	<i>Обзорная лекция</i>		Анализ конкретных ситуаций, выполнение практических заданий Решение задач в Microsoft Excel

Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач			
Тема 7. Задачи целочисленного программирования			
Раздел 2. Нелинейное программирование			
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)		<i>Не предусмотрено</i>	
Тема 9. Классические методы оптимизации			
Тема 10. Элементы выпуклого анализа			
Тема 11. Задачи динамического программирования			
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления			

6.2. Информационные технологии:

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии: виртуальная обучающая среда (или система управления обучением LMS Moodle) или иные информационные системы, сервисы и мессенджеры

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети (веб-конференции, форумы, учебно-методические материалы и др.));
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров]

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов

MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Far Manager	Файловый менеджер
OpenOffice	Пакет офисных программ
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	Программы для информационной безопасности

6.3.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». https://library.asu.edu.ru
Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: http://journal.asu.edu.ru/
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их

библиотек. http://mars.arbicon.ru
Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Методы оптимальных решений» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Задачи линейного программирования (ЗЛП)	ОПК-1	К.р №1
Графическое решение ЗЛП Двойственные задачи линейного программирования	ОПК-1	К.р №2
Симплексный метод решения ЗЛП	ОПК-1	К.р №3
Транспортная задача (ТЗ). Приложение ТЗ к решению экономических задач	ОПК-1	К.р №4
Задачи целочисленного программирования	ОПК-1	К.р №5
Нелинейное программирование	ОПК-1	К.р №6

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Введение.

Раздел 1. Линейное программирование.

Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)

Контрольная работа № 1.

1. Дать определение одному из основных понятий.
2. Привести к канонической (стандартной) форме задачу линейного программирования (ЗЛП):

$$z = x_1 - x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$x_1 \geq 0, x_3 \geq 0,$$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 \leq 5 \\ x_1 + 2x_3 = 8 \\ -x_1 - 2x_2 \geq 1 \end{cases}$$

3. Составить модель ЗЛП.

Предприятие располагает тремя производственными ресурсами (сырьем, оборудованием и электроэнергией) и может организовать производство продукции двумя различными способами. Расход ресурсов за один месяц и общий ресурс при каждом способе производства даны в таблице (в условных единицах).

Производственные ресурсы	Расход ресурсов за 1 месяц при работе		Общий ресурс
	1-й способ	2-й способ	
сырье	1	2	4
оборудование	1	1	3
электроэнергия	2	1	8

При первом способе производства предприятие выпускает за один месяц 3 тысячи изделий, при втором – 4 тысячи изделий.

Сколько месяцев должно работать предприятие каждым из этих способов, чтобы при наличных ресурсах обеспечить максимальный выпуск продукции?

Тема 2. Графическое решение ЗЛП

Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования

Контрольная работа № 2.

1. Составить математическую модель ЗЛП.
2. Составить модель двойственной задачи.
3. Одну из них решить графически, решение другой найти используя теорему двойственности 2.
4. Проверить решение в Microsoft Excel.

Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП

Контрольная работа № 3.

1. Составить математическую модель ЗЛП.
2. Решить задачу симплексным методом.
3. Проверить решение в Microsoft Excel.

Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)

Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач

Контрольная работа №4.

1. Составить математическую модель задачи.

На предприятии имеются три группы станков, каждая из которых может выполнять пять операций по обработке деталей (операции могут выполняться в любом порядке). Максимальное время работы каждой группы станков соответственно равно 100, 250, 180 часов. Каждая операция должна выполняться соответственно 100, 120, 70, 110, 130 часов.

Определить сколько времени и на какую операцию нужно использовать каждую группу станков, чтобы обработать максимальное количество деталей.

Производительность каждой группы станков на каждую операцию задана в таблице

3	5	11	10	5
5	10	15	3	2
4	8	6	12	10

2. Решить задачу, используя методы ТЗ.

3. Проверить решение в Microsoft Excel.

Тема 7. Задачи целочисленного программирования

Контрольная работа № 5.

1. Найти полностью целочисленное решение ЗЛП методом Гомори. Выполнить геометрическую иллюстрацию:

$$z = x_1 + x_2 \rightarrow \max,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 5 \\ x_2 \leq 2 \end{cases}.$$

Проверить решение в Microsoft Excel.

Раздел 2. Нелинейное программирование

Домашняя контрольная работа № 6.

1. Решить графически задачи нелинейного программирования (ЗНП):

a) $z = x_1 + x_2 \rightarrow \min(\max),$

b) $z = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 6)^2 \rightarrow \min(\max),$

$$c) \quad z = |x_1 - 5| + x_2 \rightarrow \min(\max),$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0,$$

$$\begin{cases} x_1 \leq 3 \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 24 \end{cases}.$$

2. Решить ЗНП методом классической оптимизации:

$$z = 2x_1^2 + x_2^2 + x_1x_2 - 11x_1 - 8x_2 \rightarrow \min(\max),$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0,$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 \leq 24 \\ 3x_1 + x_2 \leq 15 \end{cases}.$$

3. Решить ЗНП методом Лагранжа:

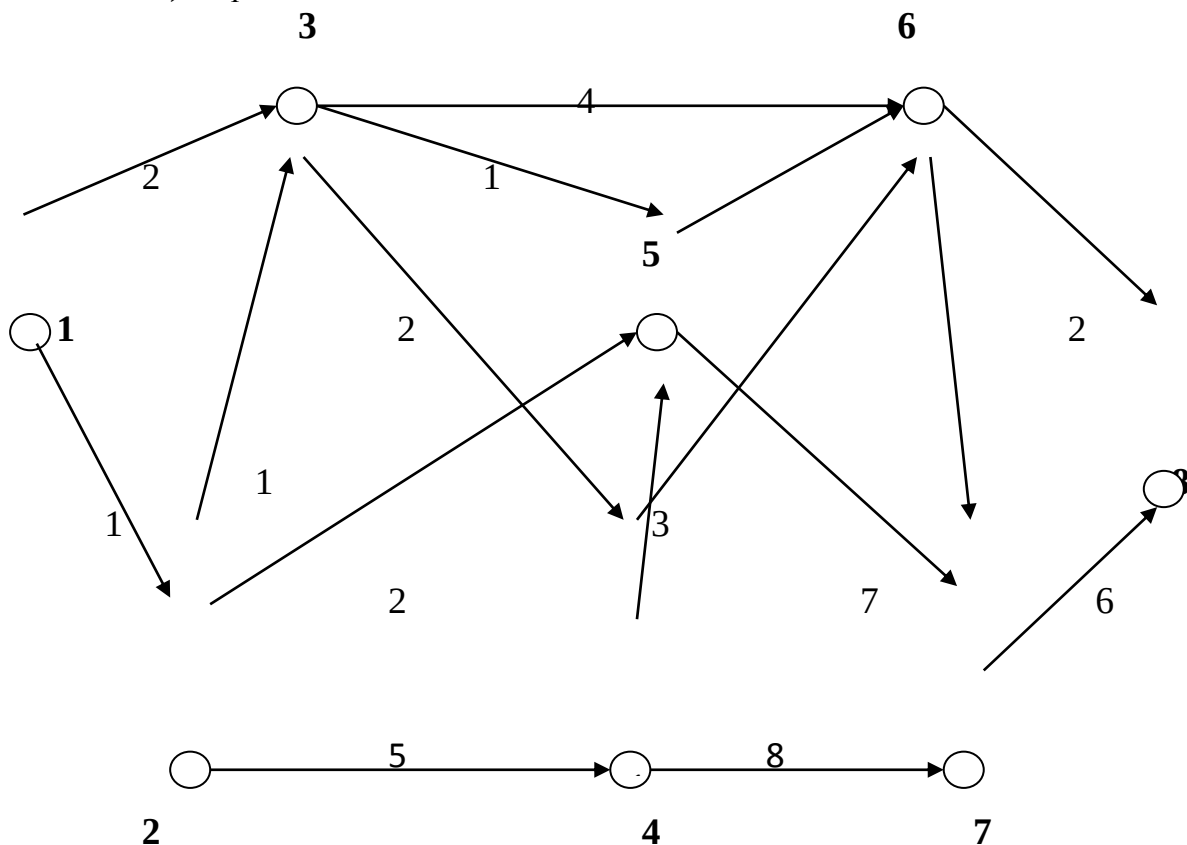
$$z = x_1^2 - x_2^2 \rightarrow \min(\max) \text{ в области } x_1^2 + x_2^2 \leq 16, \text{ при условии } x_1 - x_2 = 4.$$

4. Решить задачу 1.b) методом скорейшего спуска.

5. Найти оптимальное распределение ресурсов S_0 между двумя отраслями производств I, II в течение $n=4$ лет, если даны функции доходов $f_1(x)=0,4x^2$, $f_2(x)=0,3x$ для каждой отрасли, функции возврата $g_1(x)=0,5x$, $g_2(x)=0,8x$. По истечении года только все возвращенные средства перераспределяются, доход в производство не вкладывается.

6. На рисунке показана транспортная сеть, соединяющая восемь городов, и расстояния между ними. Найдите кратчайшие маршруты между следующими городами:

- 1) города 1 и 8;
- 2) города 1 и 6;
- 3) города 4 и 8.



Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Математическая модель ЗЛП. Основные понятия линейного программирования.
2. Эквивалентность общей, стандартной и канонической постановок ЗЛП.
3. Графическое решение ЗЛП для двумерного случая. Возможные результаты решения ЗЛП.
4. Алгебраические понятия в линейном программировании. Теорема о существовании допустимого базисного решения ЗЛП.
5. Выпуклые множества. Выпуклость множеств допустимых решений и оптимальных решений ЗЛП.
6. Теорема о наличии оптимального решения в крайней точке множества допустимых решений ЗЛП.
7. Связь между алгебраическими и геометрическими понятиями линейного программирования.
8. Симплексный метод решения ЗЛП. Признак оптимальности базисного решения.
9. Признак неединственности оптимального решения. Признак неограниченности целевой функции на множестве допустимых решений.
10. Метод искусственного базиса.
11. Геометрическая интерпретация симплексного метода.
12. Двойственные задачи линейного программирования. Первая теорема двойственности.
13. Вторая и третья теоремы двойственности.
14. Двойственный симплексный метод.
15. Транспортная задача (ТЗ) закрытого типа. Теорема о существовании оптимального решения ТЗ.
16. Методы определения исходного базисного решения ТЗ.
17. Решение ТЗ методом потенциалов. Теорема о существовании потенциалов.
18. Приложения ТЗ к решению некоторых экономических задач.
19. Математическая модель задачи целочисленного программирования. Её геометрическая интерпретация для двумерного случая.
20. Метод Гомори.
21. Математические модели задач нелинейного программирования (ЗНП).
22. Графическое решение ЗНП для двумерного случая.
23. Метод Лагранжа.
24. Решение ЗНП классическими методами математического анализа.
25. Квадратичное программирование.
26. Производная по направлению и градиент.
27. Выпуклая и вогнутая функции. Задача выпуклого программирования (ЗВП).
28. Условие регулярности. Теорема Куна-Таккера.
29. Приближенное решение ЗВП.
30. Общая постановка задачи динамического программирования (ЗДП).
31. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
32. Задача о распределении средств между предприятиями.
33. Задача о замене оборудования.
34. Сетевая модель и её основные элементы. Модель с промежуточными пунктами.
35. Модель назначений. Модель выбора кратчайшего пути.
36. Алгоритмы решения сетевых задач.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)														
Код и наименование проверяемой компетенции ОПК-1 – способность использовать знания и методы экономической науки, применять статистико-математический инструментарий, строить экономико-математические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты																		
1.	Задание закрытого типа	Математическая модель следующей ЗЛП «Фирма выпускает изделия двух типов А и В. При этом использует сырье двух видов. Расход сырья каждого вида на изготовление единицы продукции и запасы сырья заданы в таблице. <table><tr><th rowspan="2">сырье</th><th colspan="2">изделия</th><th rowspan="2">Запасы сырья</th></tr><tr><th>А</th><th>В</th></tr><tr><td>1-ый вид</td><td>3</td><td>5</td><td>15</td></tr><tr><td>2-ой вид</td><td>3</td><td>2</td><td>12</td></tr></table> Выпуск одного изделия типа А приносит доход 2 тыс. руб., одного изделия типа В – 5 тыс. руб. Составить план производства, обеспечивающий фирме наибольший доход» имеет вид: 1). $\max(15x_1+12x_2)$ $3x_1+5x_2\leq 15$ $3x_1+2x_2\leq 12$ $x_1\geq 0, x_2\geq 0$ 2). $\max(2x_1+5x_2)$ $3x_1+3x_2\leq 15$ $5x_1+2x_2\leq 12$ $x_1\geq 0, x_2\geq 0$ 3). $\max(2x_1+5x_2)$ $3x_1+5x_2\leq 15$ $3x_1+2x_2\leq 12$ $x_1\geq 0, x_2\geq 0$ 4). $\max(15x_1+12x_2)$ $3x_1+3x_2\geq 2$ $5x_1+2x_2\geq 5$ $x_1\geq 0, x_2\geq 0$	сырье	изделия		Запасы сырья	А	В	1-ый вид	3	5	15	2-ой вид	3	2	12	3	5
сырье	изделия			Запасы сырья														
	А	В																
1-ый вид	3	5	15															
2-ой вид	3	2	12															
2.		Определите, в каком виде записана задача линейного программирования: $z = 4x_1 - x_2 - 2x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - 2x_3 \leq 8 \\ 7x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 9 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 \leq 13 \end{cases}$ $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$ 1). Общий	2	2														

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		2). Стандартный 3). Произвольный 4). Канонический		
3.		План, удовлетворяющий всем ограничениям задачи линейного программирования, называется: 1). Допустимым 2). Оптимальным 3). Удовлетворительным 4). Решением задачи	1	2
4.		Дана задача ЛП: $\max(2x_1+5x_2)$ $3x_1+7x_2 \leq 15$ $5x_1+2x_2 \leq 12$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$. Двойственной к ней является задача: 1)/ $\max(12y_1+15y_2)$ $3y_1+5y_2 \leq 5$ $7y_1+2y_2 \leq 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$. 2)/ $\min(12y_1+15y_2)$ $3y_1+7y_2 \geq 5$ $5y_1+2y_2 \geq 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$. 3)/ $\min(15y_1+12y_2)$ $3y_1+5y_2 \geq 2$ $7y_1+2y_2 \geq 5$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$. 4)/ $\max(12y_1+15y_2)$ $3y_1+7y_2 \geq 5$ $5y_1+2y_2 \geq 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$.	3	3
5.		Какая из транспортных задач является закрытой, если а – это количество товара у поставщиков, b – это запросы потребителей: 1). $a=(240, 40, 110)$, $b=(90, 190, 40, 130)$ 2). $a=(90, 40, 80)$, $b=(30, 50, 60)$ 3). $a=(20, 40, 10, 70)$, $b=(90, 40, 30)$ 4). $a=(90, 400, 110)$, $b=(160, 140, 300)$	4	3
6.	Задание открытого типа	Составить математическую модель задачи линейного программирования «Фирма выпускает изделия двух типов А и В. При этом использует сырье двух видов. Расход сырья каждого вида на изготовление единицы продукции и запасы сырья заданы в таблице.	x_1, x_2 – количество изделий типа А, В. Ограничения по использованию сырья каждого вида	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания			Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)												
		<table><tr><td rowspan="2">сырье</td><td colspan="2">изделия</td><td rowspan="2">Запасы сырья</td></tr><tr><td>А</td><td>В</td></tr><tr><td>1-ый вид</td><td>1</td><td>2</td><td>8</td></tr><tr><td>2-ой вид</td><td>4</td><td>3</td><td>24</td></tr></table> Выпуск одного изделия типа А приносит доход 4 тыс. руб., одного изделия типа В – 5 тыс. руб. Составить план производства, обеспечивающий фирме наибольший доход»	сырье	изделия		Запасы сырья	А	В	1-ый вид	1	2	8	2-ой вид	4	3	24	$1x_1+2x_2\leq8$ $4x_1+3x_2\leq24$ Условие не отрицательности $x_1\geq0, x_2\geq0$ Целевая функция выражает доход $\max(4x_1+5x_2)$	
сырье	изделия			Запасы сырья														
	А	В																
1-ый вид	1	2	8															
2-ой вид	4	3	24															
7.		Приведите задачу ЛП к каноническому виду: $z = x_1 + 10x_2 + 8x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + 4x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_1 - 2x_2 - x_3 \leq 4 \\ -x_1 + x_2 + -3x_3 = 15 \\ x_1 \geq 5, \quad x_2 - \text{любое}, \quad x_3 \geq 0 \end{cases}$	$-x_1-10x_2-8x_3\rightarrow\max$ $x_1+4x_2+x_3-x_4=2$ $x_1-2x_2-x_3+x_5=4$ $-x_1+2x_2-3x_3=15$ $x_3\geq0, x_4\geq0, x_5\geq0$ Замена: $x_1=x_6+5$ $x_2=x_7-x_8,$ $x_6\geq0, x_7\geq0, x_8\geq0$ <u>Ответ:</u> $-8x_3-x_6-10x_7+10x_8-$ $-5\rightarrow\max$ $x_3+x_4+x_6+4x_7-4x_8=$ $=-3$ $x_3+x_5+x_6-2x_7+2x_8=$ $=-1$ $-3x_3-x_6+2x_7-2x_8=$ $=20$ $x_3\geq0, x_4\geq0, x_5\geq0,$ $x_6\geq0, x_7\geq0, x_8\geq0$	10														
8.		Какой план задачи линейного программирования является оптимальным?	Допустимый план, доставляющий целевой функции экстремальное значение.	2														
9.		Напишите задачу, двойственную к данной: $\max(4x_1+5x_2)$ $x_1+2x_2\leq8$ $4x_1+3x_2\leq24$ $x_1\geq0, x_2\geq0$	$\min(8y_1+24y_2)$ $y_1+4y_2\geq4$ $2y_1+3y_2\geq5$ $y_1\geq0, y_2\geq0.$	5														
10.		Какая транспортная задача является закрытой?	Если суммарные запасы товара у поставщиков равны суммарным запросам	3														

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			потребителей.	

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/ баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок				
1.	Контрольная работа по теме «Задачи линейного программирования»	1	4	по расписанию
2.	Контрольная работа по теме «Графическое решение ЗЛП. Двойственные задачи линейного программирования»	1	8	по расписанию
3.	Контрольная работа по теме «Симплексный метод решения ЗЛП»	1	8	по расписанию
Количество баллов к рубежному контролю (9 неделя)			20	
4.	Контрольная работа по теме «Транспортная задача (ТЗ). Приложение ТЗ к решению экономических задач»	1	7	по расписанию
5.	Контрольная работа по теме «Задачи целочисленного программирования»	1	7	по расписанию
6.	Контрольная работа по теме «Нелинейное программирование»	1	6	по расписанию
Количество баллов к рубежному контролю (18 неделя)			40	
Промежуточный контроль:			40	
7.	Блок бонусов			
7.1.	Посещение занятий	0,1 балл за занятие, но не более 2	10	по расписанию
7.2.	Активность студента на занятиях	0,3 балла за занятие, но не более 3		
7.3.	Выполнение домашнего	0,3 балла за		

	задания	занятие, но не более 3		
7.4.	Знание материала выходящего за рамки лекций	0,1 балл за занятие, но не более 2		
Всего			50	
Дополнительный блок				
8.	Экзамен	В соответствии с установленными кафедрой критериями	50	по расписанию
Итого:			100	

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатели	Баллы
Опоздание (два и более)	-1
Не готов к практической части занятия	-3
Нарушение учебной дисциплины	-2
Пропуск лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-1
Пропуск занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-1

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Байгушева И.А. Исследование операций. Часть I. Линейное программирование. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (54 экз.)
2. Пятецкий В.Е. Методы принятия оптимальных управленческих решений: моделирование принятия решений [Электронный ресурс]/ Пятецкий В.Е.- М.: МИСиС, 2014. ISBN 978-5-87623-849-8 - Режим доступа: - http://www.studentlibrari.ru/book/ISBN_9785876238498.html (ЭБС «Консультант студента»).

3. Кириллов Ю.В. Прикладные методы оптимизации. Часть 1 : Методы решения задач линейного программирования [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Кириллов Ю.В. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2012. ISBN 978-5-7782-2053-9- Режим доступа: [http://www.studentlibrari.ru/book/ ISBN 9785778220539.html](http://www.studentlibrari.ru/book/ISBN_9785778220539.html) (ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Дополнительная литература

4. Балдин К.В., Методы оптимальных решений [Электронный ресурс]/ Балдин К.В.- М.: ФЛИНТА, 2015.- ISBN 978-5-9765-2068-4- Режим доступа: [http://www.studentlibrari.ru/book/ ISBN 9785976520684.html](http://www.studentlibrari.ru/book/ISBN_9785976520684.html) (ЭБС «Консультант студента»).
5. Кремер Н.Ш. и др. Исследование операций в экономике. – М.: Юрайт, 2014. ISBN 978-5-9916-3748-0: 515-46: 515-46. (10 экз.)
6. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономистов: Учеб. – 3-е изд., испр. - М.: Дело, 2005. (22 экз.)
7. Решение задач линейного программирования с помощью табличного процессора Microsoft Excel : методические рекомендации / сост.: О.В. Ларина, Н.В. Тимкина. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. (15 экз.)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента», www.studentlibrary.ru, платформа дистанционного обучения LMS Moodle. *Регистрация с компьютеров АГУ*

Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)

Наименование ЭБС
Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». https://biblio.asu.edu.ru <i>Учетная запись образовательного портала АГУ</i>
Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru . <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i>
Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru , https://urait.ru/
Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru
Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ». www.ros-edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудиторный фонд, компьютеры, доступ в Интернет.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).