

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
И.А. Байгушева

«11» марта 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой математики
И.А. Байгушева

«11» марта 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Составитель(-и)	Ларина О.В., доцент, к. ф.-м. н., доцент кафедры математики
Согласовано с работодателями	Тихомирова Т.Е., директор МБОУ г. Астрахани «СОШ № 11 им. Г.А. Алиева» Воробьев П.Г., директор МБОУ г. Астрахани «СОШ № 1»
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) ОПОП	Математика и Информатика
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приема	2026
Курс	5 (по очной)
Семестр	9 (по очной)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Методы оптимизации» является овладение студентами методами оптимальных решений профессиональных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

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

Изучение математических дисциплин и их приложений позволит будущему специалисту повысить уровень своего мышления, кругозор и культуру. Все это понадобится для успешной работы и для ориентации в будущей профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Методы оптимизации» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и осваивается в IX семестре.

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

- математический анализ, алгебра, геометрия, теория вероятностей, информатика.

Изучение дисциплины предполагает:

знание основ математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей, геометрии, информатики полученных ранее,

умение строить графики функций, определять координаты точек на плоскости, решать системы линейных уравнений, находить производные и экстремумы функций, выполнять действия с дробями, работать в Excel?

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

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

- преддипломная практика.

Данный курс углубляет и расширяет представления студента о применении математических методов в экономике, политике, социальной деятельности и повседневной жизни.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

в). профессиональных (ПК)

ПК-1. Способен осваивать и использовать базовые научно -теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компе-	Код и наименование индикатора достиже-	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
------------	--	--

тенции	ния компетенции	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ПК-1.1. Знать содержание, сущность, закономерности, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объёме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, психология, возрастная физиология; школьная гигиена; методика преподавания предмета)	- содержание, сущность, закономерности, базовые теории в предметной области -программы и учебники по преподаваемому предмету;	Определять место предмета в общей картине мира	Навыками необходимыми для решения педагогических, научно - методических и организационноуправленческих задач
	ПК-1.2 Уметь анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов	Имеет представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов	Анализировать базовые предметные научно - теоретические представления об изучаемых процессах	Навыками применения математического аппарата для решения предметных задач
	ПК-1.3. Владеть навыками понимания и системного анализа базовых научнотеоретических представлений для решения профессиональных задач	базовые научно - теоретические представления о мире	решать профессиональные задачи педагога	навыками понимания и системного анализа базовых научнотеоретических представлений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения	для очно-заочной формы обучения	для заочной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	2		
Объем дисциплины в академических часах	72		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	40		
- занятия лекционного типа, в том числе:	20		
- практическая подготовка (если предусмотрена)	1		
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	20		
- практическая подготовка (если предусмотрена)	1		
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы			
- консультация (предэкзаменационная)			
- промежуточная аттестация по дисциплине			
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	32		
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	зачет – 9 семестр		

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	В т.ч. ПП	ПЗ	В т.ч. ПП	ЛР	В т.ч. ПП				
Введение	1				1			2	4	
Раздел I. Линейное программирование										
Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)	3	1			3	1		2	8	К.р.№ 1
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	2				2			2	6	К.р.№ 2
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования	2				2			2	6	
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	3				3			2	8	К.р.№ 3

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма те- кущего контроля успеваемо- сти, форма промежу- точной ат- тестации [по се- местрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. П П	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Тема 5. Транспортная за- дача (ТЗ)	3				3			2	8	К.р.№ 4
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	2				2			2	6	
Тема 7. Задачи целочис- ленного программирова- ния	2				2			3	7	К.р.№ 5
Раздел 2. Нелинейное программирование										К.р.№ 6
Тема 8. Задачи нелинейно- го программирования (ЗНП)	2				2			3	7	
Тема 9. Классические ме- тоды оптимизации								3	3	
Тема 10. Элементы выпук- лого анализа								3	3	
Тема 11. Задачи динамиче- ского программирования								3	3	
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управле- ния								3	3	
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										зачет
ИТОГО за семестр:	20				20			32	72	
Итого за весь период	20				20			32	72	

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

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема Дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компе- тенции		Общее количество компетенций
			ПК-1	
Введение	4		+	1

Раздел 1. Линейное программирование.				
Тема 1. Задачи линейного программирования.	8		+	<i>1</i>
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	6		+	<i>1</i>
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования	6		+	<i>1</i>
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	8		+	<i>1</i>
Тема 5. Транспортная задача.	8		+	<i>1</i>
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	6		+	<i>1</i>
Тема 7. Задачи целочисленного программирования	7		+	<i>1</i>
Раздел 2. Нелинейное программирование				
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)	7		+	<i>1</i>
Тема 9. Классические методы оптимизации	3		+	<i>1</i>
Тема 10. Элементы выпуклого анализа	3		+	<i>1</i>
Тема 11. Задачи динамического программирования	3		+	<i>1</i>
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления	3		+	<i>1</i>
Итого	<i>72</i>			

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 (модулю). 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 раньше 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 практическим и 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.

На лабораторных занятиях студент должен проявлять активность в усвоении нового материала, при разборе решения учебных задач, отвечать на вопросы преподавателя и задавать свои.

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

Содержание дисциплины (лекции, разобранные решения задач, задачи для самостоятельного решения) размещаются на образовательном портале «АГУ» Moodle.

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

Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Введение	2	
Раздел 1. Линейное программирование		
Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)	2	Изучение теоретического материала; Выполнение домашних заданий; Выполнение домашних и классных контрольных работ; Работа в Microsoft Excel, Moodle. Подготовка и сдача экзамена
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	2	
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования	2	
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	2	
Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)	2	
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	2	
Тема 7. Задачи целочисленного программирования	3	

Раздел 2. Нелинейное программирование		
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)	3	Изучение теоретического материала; Выполнение домашних заданий; Выполнение домашней контрольной работы; Подготовка и сдача экзамена
Тема 9. Классические методы оптимизации	3	
Тема 10. Элементы выпуклого анализа	3	
Тема 11. Задачи динамического программирования	3	
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления	3	

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

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

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

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа

Введение	<i>Обзорная лекция</i>		
Раздел 1. Линейное программирование			
Тема 1. Задачи линейного программирования (ЗЛП)	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Анализ конкретных ситуаций, выполнение практических заданий Решение задач в Microsoft Excel
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	<i>Лекция-диалог</i>		
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования	<i>Лекция-диалог</i>		
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	<i>Обзорная лекция</i>		
Тема 5. Транспортная задача (ТЗ)	<i>Лекция-диалог</i>		Анализ конкретных ситуаций, выполнение практических заданий Решение задач в Microsoft Excel
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	<i>Лекция-диалог</i>		
Тема 7. Задачи целочисленного программирования	<i>Лекция-диалог</i>		Анализ конкретных ситуаций, выполнение практических заданий Решение задач в Microsoft Excel
Раздел 2. Нелинейное программирование			
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	Анализ конкретных ситуаций, выполнение практических заданий Решение задач в Microsoft Excel
Тема 9. Классические методы оптимизации			
Тема 10. Элементы выпуклого анализа			
Тема 11. Задачи динамического программирования			
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления			

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.

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 «Электронное образование») 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 интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- 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
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Maple 18	Система компьютерной алгебры

MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
---------------	--

6.3.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». https://library.asu.edu.ru</p>
<p>Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: http://journal.asu.edu.ru/</p>
<p>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". http://dlib.eastview.com <i>Имя пользователя: AstrGU</i> <i>Пароль: AstrGU</i></p>
<p>Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов www.polpred.com</p>
<p>Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АР-БИКОН) «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</p>
<p>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</p>

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Методы оптимизации» 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
Тема 1. Задачи линейного программирования.	ПК-1	К.р.№ 1
Тема 2. Графическое решение ЗЛП	ПК-1	К.р.№ 2
Тема 3. Двойственные задачи линейного программирования	ПК-1	К.р №2
Тема 4. Симплексный метод решения ЗЛП	ПК-1	К.р.№ 3
Тема 5. Транспортная задача.	ПК-1	К.р.№ 4
Тема 6. Приложение ТЗ к решению экономических задач	ПК-1	К.р №4
Тема 7. Задачи целочисленного программирования	ПК-1	К.р.№ 5
Раздел 2. Нелинейное программирование	ПК-1	К.р.№ 6
Тема 8. Задачи нелинейного программирования (ЗНП)	ПК-1	К.р.№ 6
Тема 9. Классические методы оптимизации	ПК-1	К.р.№ 6
Тема 10. Элементы выпуклого анализа	ПК-1	К.р.№ 6
Тема 11. Задачи динамического программирования	ПК-1	К.р.№ 6
Тема 12. Задачи сетевого планирования и управления	ПК-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	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обосновать

«отлично»	ванно 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

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 и решить ее в Microsoft Excel.

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:

$$\begin{aligned} z &= x_1 + x_2 \rightarrow \max, \\ x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0, \\ \begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 5 \\ x_2 \leq 2 \end{cases} \end{aligned}$$

Проверить решение в Microsoft Excel.

Раздел 2. Нелинейное программирование

Домашняя контрольная работа № 6.

1. Решить графически задачи нелинейного программирования (ЗНП):

$$\begin{aligned} a) \quad & z = x_1 + x_2 \rightarrow \min(\max), \\ b) \quad & z = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 6)^2 \rightarrow \min(\max), \\ c) \quad & z = |x_1 - 5| + x_2 \rightarrow \min(\max), \\ & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ & \begin{cases} x_1 \leq 3 \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 24 \end{cases} \end{aligned}$$

2. Решить ЗНП методом классической оптимизации:

$$\begin{aligned} z &= 2x_1^2 + x_2^2 + x_1x_2 - 11x_1 - 8x_2 \rightarrow \min(\max), \\ & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ & \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 \leq 24 \\ 3x_1 + x_2 \leq 15 \end{cases} \end{aligned}$$

3. Решить ЗНП методом Лагранжа:

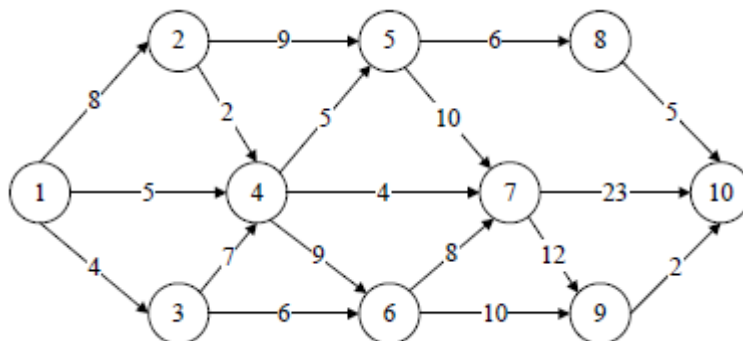
$$z = x_1^2 - x_2^2 \rightarrow \min(\max) \text{ в области } x_1^2 + x_2^2 \leq 16, \text{ при условии } x_1 - x_2 = 4.$$

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**

Задачи линейного программирования.

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. Симплексный метод решения ЗЛП. Признак оптимальности базисного решения.
5. Признак неединственности оптимального решения. Признак неограниченности целевой функции на множестве допустимых решений.
6. Метод искусственного базиса.
7. Двойственные задачи линейного программирования. Первая теорема двойственности.
8. Вторая и третья теоремы двойственности.
9. Транспортная задача (ТЗ) закрытого типа. Теорема о существовании оптимального решения ТЗ.
10. Методы определения исходного базисного решения ТЗ: северо-западного угла и методом минимального элемента.
11. Решение ТЗ методом потенциалов..
12. Приложения ТЗ к решению некоторых экономических задач.
13. Математическая модель задачи целочисленного программирования. Её геометрическая интерпретация для двумерного случая.
14. Метод Гомори.

Задачи нелинейного программирования.

15. Математические модели задач нелинейного программирования (ЗНП).
16. Графическое решение ЗНП для двумерного случая.
17. Метод Лагранжа.
18. Решение ЗНП классическими методами математического анализа.
19. Квадратичное программирование.
20. Производная по направлению и градиент.
21. Выпуклая и вогнутая функции. Задача выпуклого программирования (ЗВП).
22. Условие регулярности. Теорема Куна-Таккера.
23. Приближенное решение ЗВП.
24. Общая постановка задачи динамического программирования (ЗДП).
25. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
26. Задача о распределении средств между предприятиями.
27. Задача о замене оборудования.
28. Сетевая модель и её основные элементы. Модель с промежуточными пунктами.
29. Модель назначений. Модель выбора кратчайшего пути.
30. 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				
ПК-1. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности.				

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)														
1	Задание закрытого типа	<p>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.</p> <table border="1" data-bbox="453 517 979 763"> <thead> <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> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> <p>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:</p> <p>1). $\max(15x_1+12x_2)$ $3x_1+5x_2 \leq 15$ $3x_1+2x_2 \leq 12$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$</p> <p>2). $\max(2x_1+5x_2)$ $3x_1+3x_2 \leq 15$ $5x_1+2x_2 \leq 12$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$</p> <p>3). $\max(2x_1+5x_2)$ $3x_1+5x_2 \leq 15$ $3x_1+2x_2 \leq 12$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$</p> <p>4). $\max(15x_1+12x_2)$ $3x_1+3x_2 \geq 2$ $5x_1+2x_2 \geq 5$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$</p>	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.		<p>Определите, в каком виде записана задача линейного программирования:</p> $z = 4x_1 - x_2 - 2x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - 2x_3 \leq 8 \\ 7x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 9 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 \leq 13 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0. \end{cases}$ <p>1). Общий 2). Стандартный 3). Произвольный 4). Канонический</p>	2	2														
3.		План, удовлетворяющий всем ограничениям задачи линейного про-	1	2														

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)										
		граммирования, называется: 1). Допустимым 2). Оптимальным 3). Удовлетворительным 4). Решением задачи												
4.		<p>Дана задача ЛП: $\max(2x_1+5x_2)$ $3x_1+7x_2 \leq 15$ $5x_1+2x_2 \leq 12$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$</p> <p>Двойственной к ней является задача:</p> <p>1)/ $\max(12y_1+15y_2)$ $3y_1+5y_2 \leq 5$ $7y_1+2y_2 \leq 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$</p> <p>2)/ $\min(12y_1+15y_2)$ $3y_1+7y_2 \geq 5$ $5y_1+2y_2 \geq 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$</p> <p>3)/ $\min(15y_1+12y_2)$ $3y_1+5y_2 \geq 2$ $7y_1+2y_2 \geq 5$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$</p> <p>4)/ $\max(12y_1+15y_2)$ $3y_1+7y_2 \geq 5$ $5y_1+2y_2 \geq 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$</p>	3	3										
5.		<p>Какая из транспортных задач является закрытой, если a – это количество товара у поставщиков, b – это запросы потребителей:</p> <p>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). $a=(90, 400, 110), b=(160, 140, 300)$</p>	4	3										
6.	Задание открытого типа	<p>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.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <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> </thead> <tbody> <tr> <td>1-ый вид</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	сырье	изделия		Запасы сырья	А	В	1-ый вид	1	2	8	<p>x_1, x_2 – количество изделий типа А, В. Ограничения по использованию сырья каждого вида $1x_1+2x_2 \leq 8$ $4x_1+3x_2 \leq 24$ Условие неотрицательности $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$ Целевая функция выражает доход $\max(4x_1+5x_2)$</p>	10
сырье	изделия			Запасы сырья										
	А	В												
1-ый вид	1	2	8											

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)				
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>2-ой вид</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>24</td> </tr> </table> <p>Выпуск одного изделия типа А приносит доход 4 тыс. руб., одного изделия типа В – 5 тыс. руб. Составить план производства, обеспечивающий фирме наибольший доход»</p>	2-ой вид	4	3	24		
2-ой вид	4	3	24					
7.		<p>Приведите задачу ЛП к каноническому виду:</p> $z = x_1 + 10x_2 + 8x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + 4x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_1 - 2x_2 - x_3 \leq 4 \\ -x_1 + x_2 + -3x_3 = 15 \\ x_1 \geq 5, \quad x_2 - \text{любое}, \quad x_3 \geq 0 \end{cases}$	$-x_1 - 10x_2 - 8x_3 \rightarrow \max$ $x_1 + 4x_2 + x_3 - x_4 = 2$ $x_1 - 2x_2 - x_3 + x_5 = 4$ $-x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 15$ $x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0$ Замена: $x_1 = x_6 + 5$ $x_2 = x_7 - x_8$, $x_6 \geq 0, x_7 \geq 0, x_8 \geq 0$ <u>Ответ:</u> $-8x_3 - x_6 - 10x_7 + 10x_8 \rightarrow \max$ 5 $x_3 + x_4 + x_6 + 4x_7 - 4x_8 = -3$ $x_3 + x_5 + x_6 - 2x_7 + 2x_8 = -1$ $-3x_3 - x_6 + 2x_7 - 2x_8 = 20$ $x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0,$ $x_6 \geq 0, x_7 \geq 0, x_8 \geq 0$	10				
8.		Какой план задачи линейного программирования является оптимальным?	Допустимый план, доставляющий целевой функции экстремальное значение.	2				
9.		<p>Напишите задачу, двойственную к данной:</p> $\max(4x_1 + 5x_2)$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ 4x_1 + 3x_2 \leq 24 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$	$\min(8y_1 + 24y_2)$ $y_1 + 4y_2 \geq 4$ $2y_1 + 3y_2 \geq 5$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$	5				
10.		Какая транспортная задача является закрытой?	Если суммарные запасы товара у поставщиков равны суммарным запросам потребителей.	3				
11.	Задание комбинированного типа	<p>Даны задачи линейного программирования:</p> <p>А. $\max(12y_1 + 15y_2)$ $3y_1 + 5y_2 \leq 5$ $7y_1 + 2y_2 \leq 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$</p> <p>Б. $\max(12y_1 + 15y_2)$ $3y_1 + 5y_2 = 5$ $7y_1 + 2y_2 \leq 2$</p>	<p>А – 2 Б – 3 С – 1</p> <p>Задача А имеет ограничения-неравенства вида «\leq» и условия неотрицательности всех</p>	5				

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		$y_1 \geq 0,$ С. $\max(12y_1 + 15y_2)$ $3y_1 + 5y_2 = 5$ $7y_1 + 2y_2 = 2$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0.$ В каком виде заданы эти задачи: 1. канонический 2. стандартный 3. общий Установите соответствие.	переменных — это стандартная форма (2). В задаче Б одно ограничение-равенство и одно неравенство, а также неотрицательность только y_1 — это общий вид (3). Задача С содержит только ограничения-равенства и неотрицательность всех переменных — это каноническая форма (1)	
12.		Решением задачи линейного программирования $\max(x_1 + x_2)$ $x_1 + 2x_2 \leq 1$ $2x_1 + x_2 \leq 1$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$ является: 1. $\max(x_1 + x_2) = 7\sqrt{12}, x^* = (1\sqrt{3}, 1\sqrt{4})$ 2. $\max(x_1 + x_2) = 5\sqrt{6}, x^* = (1\sqrt{3}, 1\sqrt{2})$ 3. $\max(x_1 + x_2) = 2\sqrt{3}, x^* = (1\sqrt{3}, 1\sqrt{3})$ 4. $\max(x_1 + x_2) = 1, x^* = (1\sqrt{3}, 1\sqrt{3})$	3 Графическое решение системы ограничений даёт допустимую область — многоугольник с вершинами $(0,0), (0.5,0), (0,0.5)$ и $(1/3,1/3)$. Линия уровня целевой функции $x_1 + x_2$ достигает максимума в точке $(1/3,1/3)$, где значение равно $2/3$, что соответствует варианту 3.	15

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 представления
Основной блок				
1.	Контрольная работа по теме «Задачи линейного программирования»	1	10	по расписанию
2.	Контрольная работа по теме			

	«Графическое решение ЗЛП. Двойственные задачи линейного программирования»	1	20	по расписанию
3.	Контрольная работа по теме «Симплексный метод решения ЗЛП»	1	20	по расписанию
Количество баллов к рубежному контролю (9 неделя)			50	
4.	Контрольная работа по теме «Транспортная задача (ТЗ). Приложение ТЗ к решению экономических задач»	1	20	по расписанию
5.	Контрольная работа по теме «Задачи целочисленного программирования»	1	10	по расписанию
6.	Контрольная работа по теме «Нелинейное программирование»	1	10	по расписанию
Количество баллов к рубежному контролю (18 неделя)			40	
Промежуточный контроль:			90	
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 задания	0,3 балла за занятие, но не более 3		
7.4.	Знание материала выходящего за рамки лекций	0,1 балл за занятие, но не более 2		
Всего			10	
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	-1
Пропуск занятий без уважительных причин	-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)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины, в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может 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. Алехин В.В., Теория игр в экономике: лекции и примеры [Электронный ресурс]: учебное пособие / Алехин В.В.- Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2021. – ISBN 978-5-9275-2695-6- Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN 9785927526956.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927526956.html) (ЭБС «Консультант студента»).
2. Байгушева И.А. Исследование операций. Часть I. Линейное программирование. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (54 экз.)
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, 2022. ISBN 978-5-7782-2053-9- Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN 9785778220539.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778220539.html) (ЭБС «Консультант студента»).
4. Пятецкий В.Е. Методы принятия оптимальных управленческих решений: моделирование принятия решений [Электронный ресурс]/ Пятецкий В.Е.- М.: МИСиС, 2024. ISBN 978-5-87623-849-8 - Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN 9785876238498.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876238498.html) (ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Дополнительная литература

1. Балдин К.В., Методы оптимальных решений [Электронный ресурс]/ Балдин К.В.- М.: ФЛИНТА, 2021.- ISBN 978-5-9765-2068-4- Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN 9785976520684.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976520684.html) (ЭБС «Консультант студента»).
2. Кремер Н.Ш. и др. Исследование операций в экономике. – М.: Юрайт, 2024. ISBN 978-5-9916-3748-0: 515-46: 515-46. (10 экз.)
3. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономистов: Учеб. – 3-е изд., испр. - М.: Дело, 2025. (22 экз.)
4. 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):

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента», www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ*
2. Платформа дистанционного обучения LMS Moodle.
3. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудиторный фонд, интерактивные доски, компьютеры, доступ в Интернет.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).