

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«26» мая 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12 Исследование операций

Направление подготовки:	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль):	Математика, информатика
Форма обучения:	Очная
Квалификация:	Бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций»
составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным
стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование

Программу составили:

О.В Засядко, доцент, канд. пед. наук, доцент кафедры _____



Рабочая программа дисциплины «Исследование операций»
утверждена на заседании
кафедры информационных образовательных технологий (ИОТ)
протокол № 10 «18» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой ИОТ Грушевский С.П.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей)
информационных образовательных технологий
протокол № 10 «18» апреля 2023 г..

Заведующий кафедрой ИОТ Грушевский С.П.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
математики и компьютерных наук
протокол № 3 «20» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П. .



Рецензенты:

Добровольская Н.Ю ., канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры информационных технологий
ФКТиПМ КубГУ

Барсукова В.Ю., канд. физ.-мат. наук, доцент,
зав. кафедрой функ. анализа и алгебры КубГУ

1. Цели и задачи дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины

Дать студентам представление о современной проблематике исследование операций и сформировать у студентов умение квалифицированно использовать компьютер для решения практических задач выбора оптимальных решений.

Основной акцент в курсе делается на математические модели принятия решений, составляющие ядро широкого спектра научно-технических и социально-экономических технологий, которые реально используются современным мировым профессиональным сообществом в теоретических исследованиях и практической деятельности.

1.2 Задачи дисциплины:

для решения теоретических и практических задач управления и экономики необходимо - обучить студента навыкам использования образовательной среды для достижения личностных, межпредметных и предметных результатов;

- формирование знаний, умений и навыков в области постановки и решения задач исследования операций,
- овладение умениями и навыками применения математического аппарата к задачам линейного программирования, целочисленного, динамического программирования.
- научить студента постановке математической модели стандартной задачи и анализу полученных данных;
- обучить студента классическим методам решения основных математических задач, к которым могут приводить те или иные экономические проблемы, основным методам оптимизации и их использованию для решения различных экономических задач.

1.3 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Для изучения курса необходимо знание следующих курсов: математический анализ, алгебра и теория чисел, дифференциальные уравнения и теория управления, теория вероятностей и математическая статистика, дискретная математика, программирование, алгоритмы и структуры компьютерной обработки данных.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ПКО-1 Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	
ИПКОБ -1.3 Владеет навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.	ИПКОБ -1.3 Знает основные проблемы исследования в области системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач
	ИПКОБ -1.3 Умеет применять современные методы системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач
ПКО-6 Способен поддерживать самостоятельность, инициативность обучающихся, способствовать развитию их творческих способностей в рамках учебно-исследовательской деятельности	

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ИПКОБ -6.2 Организовывает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике; мотивирует обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике	ИПКОБ – 6.2 Знает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике
	ИПКОБ -6.2 Умеет мотивировать обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение

Название разделов и тем	Всего	Количество часов		
		Аудиторные работы		Самостоятельная работа
		лекции	лаборат. занятия	
1	2	3	4	5
Предмет математического программирования. Основная задача линейного программирования (ОЗЛП).	2	2		
Линейное векторное пространство.	4	2	2	
Выпуклые множества. Геометрическая интерпретация и графическое решение линейного программирования.	5	2	2	1
Симплекс-метод.	6	2	2	2
Метод искусственного базиса	2		2	
Двойственность в линейном программировании.	8	2	4	2
Транспортная задача. Метод потенциалов	4		2	2
Дискретное программирование. Метод Гомори	4		4	
Элементы теории игр	8	2	4	2
ИТОГО по дисциплине	43	12	22	9
Контроль самостоятельной работы (КСР)				2
Промежуточная аттестация (ИКР)				0,3
Подготовка к текущему контролю				26,7
Общая трудоемкость по дисциплине	72	12	22	38

по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5	—		
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	34	34			

Занятия лекционного типа	12	12	-	-	-
Лабораторные занятия	22	22	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:					
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	3	3	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)					
Реферат					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	6	6			
Подготовка к текущему контролю			-	-	-
Контроль:					
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-
	в том числе контактная работа	38,3	38,3		
	зач. ед	2	2		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре на 4 курсе (ОФО)

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Предмет математического программирования	Предмет математического программирования. Примеры экономических задач решаемых методами МП. Основная задача линейного программирования (ОЗЛП). Различные формы модели.	Проверка домашнего задания
2	Линейное векторное пространство.	Линейное векторное пространство. Разложение вектора по базисам и переход от одного базиса к другому.	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование
3	Выпуклые множества	Выпуклые множества. Геометрическая интерпретация и графическое решение линейного программирования. Анализ чувствительности.	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование
4	Симплекс-метод.	Симплекс-метод.	Проверка домашнего задания, коллоквиум
5	Метод искусственного базиса.	Метод искусственного базиса.	Промежуточное тестирование
6	Двойственность в линейном программировании	Двойственность в линейном программировании. Основные нормы двойственности и их экономическое содержание.	Проверка домашнего задания, коллоквиум,
7-8	Транспортная задача.	Транспортная задача. Закрытая и открытая модели. Опорный план и методы его построения. Метод потенциалов.	Проверка домашнего задания,

		Блокирование перевозок. Совместный учет производственных и транспортных издержек.	промежуточное тестирование
9	Дискретное программирование	Дискретное программирование. Классические задачи целочисленного программирования: задача о рюкзаке, Задача о назначениях, задача комивояжера. Метод Гомори	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование
10	Элементы теории игр	Предмет и задача теории игр. Игры с седловой точкой и без седловой точки. Математическое ожидание выигрыша при применении смешанных стратегий. Примеры матричных игр. Оптимальные стратегии. Цена игры. Доминирование чистых стратегий. Решение игр порядка 2×2 . Основная теорема теории игр. Алгоритм нахождения решения игры. Игры с «природой». Основные понятия теории статистических решений. Критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица.	Проверка домашнего задания, промежуточное тестирование

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Линейное векторное пространство.	Примеры экономических задач решаемых методами МП. Основная задача линейного программирования (ОЗЛП). Различные формы модели.	ЛР
2.	Линейное векторное пространство.	Разложение вектора по базисам и переход от одного базиса к другому.	ЛР
3.	Выпуклые множества	Выпуклые множества. Геометрическая интерпретация и графическое решение линейного программирования. Анализ чувствительности.	ЛР
4.	Симплекс-метод.	Симплекс-метод.	ЛР
5.	Метод искусственного базиса.	Метод искусственного базиса.	ЛР
6.	Двойственность в линейном программировании	Двойственность в линейном программировании. Анализ чувствительности.	ЛР
7.	Транспортная задача.	Транспортная задача. Закрытая и открытая модели. Опорный план и методы его построения. Метод потенциалов..	ЛР
8.	Дискретное программирование	Дискретное программирование. Метод Гомори	ЛР
9.	Элементы теории игр	Решение игр порядка 2×2 . Сведение и решение игры методами линейного программирования. Игры с «природой». Критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа, Гурвица.	ЛР

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Предмет математического программирования	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.

		3. Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. 4. Методические указания по использованию интерактивных методов обучения. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.
2.	Линейное векторное пространство.	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
3.	Выпуклые множества	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
4.	Симплекс-метод.	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
5.	Метод искусственного базиса.	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
6.	Двойственность в линейном программировании	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
7.	Транспортная задача.	Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л.
8.	Дискретное программирование	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
9.	Элементы теории игр	1. Засядко О.В., Усатиков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л. 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Исследование операций»

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, типовых расчетов* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПКОБ -1.3 Владеет навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.	ИПКОБ -1.3 Знает основные проблемы исследования в области системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач	Лабораторная работа 1-6. Тест по теме	Вопрос на экзамене 1-59
		ИПКОБ -1.3 Умеет применять современные методы системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач	Контрольная работа №1- по теме,	Вопрос на экзамене 1-59

2	ИПКОБ -6.2 Организовывает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике; мотивирует обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике	ИПКОБ – 6.2 Знает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике	Тест по теме Лабораторная работа 1-6	Вопрос на экзамене 1-59
		ИПКОБ -6.2 Умеет мотивировать обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике	Контрольная работа №2- по теме	Вопрос на экзамене 1-59

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

Примерный перечень вопросов и заданий

Пример Фрагмент Типового расчета № 1

1. Механический цех может изготовить за смену 600 деталей № 1 или 1200 деталей № 2. Производственная мощность термического цеха, куда поступают на термообработку в тот же день, позволяет обработать за смену 1200 деталей № 1 или 800 деталей № 2. Цены на детали одинаковые. Определить ежедневную производственную программу выпуска деталей, максимизирующую товарную продукцию предприятия, при следующих дополнительных условиях:

- оба цеха работают одну смену;
- механический цех работает три смены, а термический две смены;
- предприятие работает в две смены, при этом деталей № 1 должно быть изготовлено не более 800 шт. и деталей № 2 – не более 1000 шт.

Построить модель максимизации прибыли.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет

Вопросы к экзамену

1. Что понимают под математической моделью задачи?
2. Дайте содержательную постановку задачи производственного планирования, задачи о диете, транспортной задачи.
3. Приведите пример экономической задачи, составьте её математическую модель.
4. Дайте понятие n -мерного вектора, n -мерного векторного пространства.
5. Что такое линейная комбинация векторов?
6. Какие векторы называются линейно независимыми, линейно зависимыми?
7. Линейно зависима ли система из $(n+1)$ векторов в n -мерном пространстве?
8. Докажите теорему: если подсистема векторов a_1, a_2, \dots, a_k линейно независима, то линейно зависима и вся система векторов a_1, a_2, \dots, a_n , которой подсистема принадлежит.
9. Докажите теорему: максимальное число линейно независимых векторов системы равно рангу матрицы, строки (или столбцы) которой состоят из координат векторов этой системы.
10. Что называется базисом в n -мерном пространстве?
11. Докажите теорему: любой вектор n -мерного пространства можно представить как линейную комбинацию векторов базиса, притом единственным образом.

12. Дайте определение основной задачи ЛП.
13. Запишите математическую модель задачи ЛП в стандартной и канонической формах. Матричная форма моделей.
14. Как сводится задача минимизации целевой функции к задаче максимизации?
15. Какова геометрическая интерпретация решения линейных неравенств с одной, двумя, тремя переменными?
16. Что называется допустимым решением и областью допустимых решений (ОДР) задачи математического программирования?
17. Какова геометрическая интерпретация решения системы линейных неравенств с двумя переменными?
18. Постройте линию уровня целевой функции $Z = 3x_1 - 2x_2$, соответствующую значению $Z = 0$.
19. Чем определяется направление скорейшего возрастания целевой функции? Постройте $grad Z$ для функции $Z = 4x_1 - x_2$.
20. Что называется оптимальным решением задачи ЛП?
21. Какие случаи возможны при решении задачи ЛП?
22. Как выражается оптимальное решение при наличии альтернативного оптимума?
23. В чем заключается идея симплекс-метода?
24. В каком виде должна быть записана модель задачи ЛП для решения ее симплекс-методом?
25. Как построить первое базисное решение? В каком случае оно будет опорным решением задачи ЛП?
26. Из каких этапов состоит переход от одного опорного решения к другому?
27. Как определить, какой из небазисных столбцов расширенной матрицы A^* войдет в базис?
28. Каким образом сохраняется неотрицательность переменных нового базисного решения?
29. Что является критерием оптимальности решения задачи ЛП в симплекс-методе?
30. Как определяется текущее значение целевой функции из таблицы?
31. Запишите математические модели пары двойственных задач.
32. Дайте экономическую интерпретацию пары двойственных задач.
33. Сформулируйте правила построения двойственной задачи к исходной.
34. Сформулируйте первую теорему двойственности и дайте экономическую интерпретацию.
35. Сформулируйте и дайте экономическую интерпретацию второй теоремы двойственности.
36. Перечислите свойства двойственных оценок. В чем заключается их экономический смысл?
37. Дайте содержательную постановку транспортной задачи (ТЗ) по критерию стоимости.
38. Составьте математическую модель ТЗ.
39. Какая модель называется открытой; закрытой?
40. Какие методы применяются для нахождения опорного плана ТЗ? Опишите их.
41. Сколько занятых клеток в транспортной таблице соответствует опорному плану перевозок? Чем это обусловлено?
42. Что такое цикл, ациклический план, цикл пересчета?
43. Всякий ли опорный план является ациклическим?
44. Как перейти от одного опорного плана к другому?
45. Как формулируется критерий оптимальности при решении ТЗ методом потенциалов?
46. Опишите алгоритм метода потенциалов.

47. Как перейти от открытой модели ТЗ к закрытой?
48. Как интерпретируется решение открытой модели ТЗ?
49. Приведите пример какой-либо задачи, решаемой методом динамического программирования (ДП). Составьте ее математическую модель. Является ли эта модель моделью ЛП?
50. В чем состоит принцип оптимальности Беллмана?
51. Запишите основные рекуррентные соотношения Беллмана (функциональные уравнения).
52. Опишите этапы решения задачи методом динамического программирования.
53. Какая матрица является платежной?
54. Какие числа называют нижней и верхней ценой игры?
55. В чем заключается минимаксная стратегия?
56. Опишите процесс решения игры в чистых стратегиях.
57. Приведите алгоритм решения игры в смешанных стратегиях.
58. Как свести матричную игру к задаче линейного программирования?
59. Дайте геометрическую интерпретацию игры 2×2 .

Образец билетов

1. Общая постановка задач линейного программирования.
2. Определить являются ли данные векторы x и y решениями данной задачи и двойственной к ней:

$$\begin{aligned}
 x_1 + 4x_2 + x_3 &\rightarrow \max \\
 5x_1 + 12x_2 + 2x_3 &= 9 \\
 3x_1 + 10x_2 + 4x_3 &= 11 \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \\
 x &= (1, 0, 2), \quad y = \left(\frac{3}{14}, \frac{1}{14} \right).
 \end{aligned}$$

3. Решить графически игру $\begin{pmatrix} 2 & 9 & 6 \\ 7 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2»	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

(неудовлетворительно)	
-----------------------	--

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Учебная литература

1. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под ред. Н. Ш. Кремера. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 414 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/488643> (дата обращения: 16.08.2022). - Режим доступа для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-12800-0. - Текст : электронный. Ссылка http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=263540&idb=0

2. Исследование операций в экономике [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / под ред. Н. Ш. Кремера. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 438 с. - <https://biblio-online.ru/book/3961E887-EEA2-4B82-9052-630B23FBEE8D>. Ссылка на ресурс: <https://biblio-online.ru/book/3961E887-EEA2-4B82-9052-630B23FBEE8D>

5.2 Дополнительная литература:

1. Засядко О.В., Усатииков С.В Исследование операций. Практикум, уч- мет пособие, ООО «Просвещение Юг», Краснодар, 2014. Гриф УМС по математике ЮФО 11 п.л.
2. Небезин, В. П.. Исследование операций и принятие решений в экономике : сборник задач и упражнений : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Экономика" / - М. : ФОРУМ, 2012. - 399 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 339-340. - ISBN 9785911345563 : 309.57.
3. Вентцель Е.С., Овчаров А.А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. – М.: Высшая школа, 2001.

4. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.
5. Высшая математика: Математическое программирование. А.В. Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод. – Минск: Высшая школа, 2001.
6. Конюховский П.В. Математические методы исследования операций: пособие для подготовки к экзамену. – СПб.: Питер, 2001.
7. Кузнецов А.В., Холод Н.И., Костевич Л.С. Руководство к решению задач по математическому программированию. – Минск: Высшая школа, 2001.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
2. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
3. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
4. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
6. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
7. Springer Journals <https://link.springer.com/>
8. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
9. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
10. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
11. zbMath <https://zbmath.org/>
12. Nano Database <https://nano.nature.com/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
14. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
15. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
3. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.

6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
9. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
10. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
11. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических занятий на которых решаются типовые и исследовательские задачи.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине.

№	Раздел, тема	Содержание самостоятельной работы студента	Кол-во часов	Форма контроля
1	Предмет математического программирования	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчетов	2	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчетов (февраль)
2	Линейное векторное пространство.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчетов	2	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчетов (февраль-март)
3.	Выпуклые множества	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчетов	2	опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчетов (февраль-март)

4	Симплекс-метод.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчётов.	2	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчётов (март-апрель)
5.	Метод искусственного базиса.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчётов	2	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчётов (март-апрель)
6	Двойственность в линейном программировании	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчётов	2	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчётов (апрель-май)
7.	Транспортная задача.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчётов	4	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий практических занятиях Защита типовых расчётов (апрель-май))
8.	Дискретное программирование	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчётов	4	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчётов (апрель-май)
9	Элементы теории игр	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы. Выполнение практических домашних заданий. Выполнение типовых расчётов	4	Теоретический опрос на практических занятиях. Проверка домашних заданий на практических занятиях Защита типовых расчётов (апрель-май)
		Подготовка к экзамену	6	экзамен

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья проводится индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Пакет Microsoft Office, Maple, ver. 10.0., Statistica, ver.6.0 (StatSoft Inc., USA).
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Пакет Microsoft Office, Maple, ver. 10.0., Statistica, ver.6.0 (StatSoft Inc., USA).
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория...	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Пакет Microsoft Office, Maple, ver. 10.0., Statistica, ver.6.0 (StatSoft Inc., USA).
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Пакет Microsoft Office, Maple, ver. 10.0., Statistica, ver.6.0 (StatSoft Inc., USA).

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Пакет Microsoft Office, Maple, ver. 10.0., Statistica, ver.6.0 (StatSoft Inc., USA).
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _____)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное	Пакет Microsoft Office, Maple, ver. 10.0., Statistica, ver.6.0 (StatSoft Inc., USA).

	соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	---	--