

«УТВЕРЖДАЮ»
 Директор Института цифровых
 технологий и математики
 _____ С.А. Рощупкин



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.07.13 Исследование операций

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль): Математика и информатика, Физика

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: цифровых технологий и математики

Кафедра: математики, информатики, физики и методики обучения

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	5		
Семестр/триместр	9, 10		

Лекции	24		
Лабораторные занятия	-		
Практические (семинарские) занятия	24		
в т. ч. практическая подготовка	-		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет: 9 Экзамен: 10		
Контроль	9		
Иные формы работы	0,3		
Самостоятельная работа	50,7		

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетных единиц

Разработчик рабочей программы:
 кандидат педагогических наук, доцент

Мельников Р.А.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: формирование систематических знаний о современных методах исследования операций, их месте и роли в системе наук.

Задачи изучения дисциплины:

- способствовать пониманию основных идей, понятий и методов исследования операций;
- обучать созданию, анализу и использованию математических моделей задач исследования операций с целью прогнозирования и оптимизации процессов, связанных с различными сферами человеческой деятельности;
- демонстрировать практические приложения исследования операций в науке, производстве, сфере обслуживания, строительстве, военном деле и т.п.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках обязательной части блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и название компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p style="text-align: center;">УК-9</p> <p>Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности и</p>	<p>УК-9.1. Понимает базовые принципы экономического развития и функционирования экономики, цели и формы участия государства в экономике.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ключевые понятия экономической науки, которые могут быть использованы при решении оптимизационных задач.
	<p>УК-9.2. Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические и финансовые риски.</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пользоваться методами планирования, основанными на оптимизационных процессах; - применять имеющиеся знания для правильного распоряжения личными монетарными средствами.
		<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приёмами рационального применения экономических инструментов с учетом прогнозирования возможных рисков.
<p style="text-align: center;">ОПК-9</p> <p>Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и</p>	<p>ОПК-9.1. Выбирает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-9.2. Демонстрирует способность</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы использования ИКТ при решении задач, связанных с оптимизацией. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - грамотно отбирать нужные информационные ресурсы для

использовать их для решения задач профессиональной деятельности	использовать цифровые ресурсы для решения задач профессиональной деятельности.	решения поставленной оптимизационной задачи.
		Владеет: - приемами использования ИКТ для решения оптимизационных задач.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
9 семестр						
	Раздел 1. «Элементы теории игр»	36	8	8		20
1.	Тема 1. Предмет и задачи теории игр. Классификация игр. Антагонистические матричные игры.	8	2	2		4
2.	Тема 2. Игра с нулевой суммой. Матрица и стратегии игры. Решение задачи теории игр. Чистая стратегия и чистое решение. Верхняя и нижняя цена игры.	10	2	2		6
3.	Тема 3. Седловая точка игры. Теорема о седловой точке. Оптимизация матрицы игры. Смешанная стратегия игрока. Рандомизация решения. Решение задачи игры в смешанных стратегиях.	8	2	2		4
4.	Тема 4. Игры с природой. Пример игры с природой. Матрица риска. Критерии поиска решения игры с природой (критерии Гурвица, Сэвиджа, Вальда). Эффективность стратегий по Лапласу и Байесу	10	2	2		6
	<i>Форма отчетности</i>		<i>зачёт</i>			
	Итого за 9 семестр	36	8	8		20
	в т. ч. практическая подготовка					
10 семестр						
	Раздел 2. «Методы линейного программирования»	62,7	16	16		30,7
5.	Тема 5. Основные понятия. Простейшие задачи ЛП. Примеры текстовых задач, приводящих к задачам ЛП. Задача об использовании сырья. Задача о составлении рациона. Замена неравенств уравнениями. Общая задача линейного программирования. Каноническая задача ЛП.	8	2	2		4
6.	Тема 6. Графический метод решения задачи линейного программирования. Сведение задачи ЛП с количеством переменных, большим двух, к задаче, решаемой графическим методом.	8	2	2		4

7.	Тема 7. Основные понятия, связанные с симплекс-методом решения задач ЛП: базисные и свободные переменные, начальный допустимый вектор, смена базиса, разрешающий элемент. Метод искусственного базиса.	16	4	4		8
8.	Тема 8. Понятие двойственности. Несимметричные и симметричные двойственные задачи. Виды математических моделей двойственных задач. Теоремы двойственности.	8	2	2		4
9.	Тема 9. Постановка задачи и метод Гомори. Составление дополнительного ограничения. Полностью целочисленные задачи.	6,7	2	2		2,7
10.	Тема 10. Транспортная задача: постановка задачи и ее математическая модель. Закрытая модель транспортной задачи. Понятие о матрице планирования. Построение первоначального опорного плана. Метод северо-западного угла, метод минимальной стоимости, метод двойного предпочтения, метод Фогеля. Метод потенциалов.	16	4	4		8
	Контроль	9				
	<i>Форма отчетности</i>	0,3	<i>экзамен</i>			
	Итого за 10 семестр	72	16	16		30,7
	в т. ч. практическая подготовка					
	ИТОГО:	108	24	24		50,7

Очно-заочная форма обучения (не реализуется)

Заочная форма обучения (не реализуется)

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы и теста.

Типовой вариант контрольной работы

9 семестр

1. При каких значениях α критерий Гурвица обращается в критерий Вальда?

- а) >0 .
- б) $=1$.**
- в) <0 .

2. В чем отличие критерия Сэвиджа от остальных изученных критериев принятия решения:

- а) Он минимизируется.**
- б) Он максимизируется.
- в) Он не всегда дает однозначный ответ.

3. Антагонистическая игра может быть задана:

- а) множеством стратегий обоих игроков и седловой точкой.
- б) множеством стратегий обоих игроков и функцией выигрыша первого игрока.

4. Матричная игра – это частный случай антагонистической игры, при котором обязательно выполняется одно из требований:

- а) один из игроков имеет бесконечное число стратегий.
- б) оба игрока имеют бесконечно много стратегий.
- в) оба игрока имеют одно и то же число стратегий.
- г) **оба игрока имеют конечное число стратегий.**

5. Пусть матричная игра задана матрицей, в которой все элементы положительны. Цена игры положительна:

- а) да.
- б) нет.
- в) нет однозначного ответа.

10 семестр

1. Решить графическим методом задачу линейного программирования

$$f_{\min} = x_1 - 2x_2 \text{ при } \begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 0, \\ 2x_1 + x_2 \leq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 1, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

2. Симплекс-методом решить задачу линейного программирования

$$f_{\max} = x_1 + x_2 \text{ при } \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 9, \\ -4x_1 + 7x_2 + x_4 = 4, \\ 5x_1 - 6x_2 + x_5 = 6, \\ x_j \geq 0. \end{cases}$$

3. Составить и решить двойственную задачу. Сделать вывод о решении исходной задачи

$$f_{\max} = 3x_1 + 3x_2 \text{ при } \begin{cases} 5x_1 - 4x_2 \geq -2, \\ x_1 + 2x_2 \geq 6, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Примерные варианты тестов

Раздел 2.

№ 1. В задаче об оптимальном распределении ресурсов критерием оптимальности является

- 1. максимальная прибыль
- 2. максимальные издержки
- 3. минимальная прибыль
- 4. минимальные издержки

№ 2. В задаче «о рации питания» критерием оптимальности является

- | | |
|---|--|
| 1. максимальная прибыль | 3. минимальная прибыль |
| 2. максимальная стоимость рациона питания | 4. минимальная стоимость рациона питания |

№3. Задачи об оптимальном распределении ресурсов и «о рационе питания» относятся к задачам

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. нелинейного программирования | 3. динамического программирования |
| 2. целочисленного программирования | 4. линейного программирования |

№4. Система ограничений называется стандартной, если она содержит все знаки

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. \geq | 3. \leq |
| 2. $=$ | 4. $<$ |

№5. Задача линейного программирования решается безоговорочно графическим способом, если в задаче

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. одна переменная | 3. четыре переменные |
| 2. три переменные | 4. две переменные |

№ 6. Неравенство вида $a_{i1} + a_{i2} \leq b_i$ описывает

- | | |
|------------------|---------------|
| 1. прямую | 3. окружность |
| 2. полуплоскость | 4. плоскость |

№7. Областью допустимых решений задачи ЛП является

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. вся плоскость | 3. круг |
| 2. выпуклый многоугольник | 4. координатные оси |

№ 8. Максимум или минимум целевой функции находится

- | | |
|---|--|
| 1. на сторонах выпуклого многоугольника решений | 3. внутри выпуклого многоугольника решений |
| 2. в начале координат | 4. в вершинах выпуклого многоугольника решений |

№9. Для приведения задачи ЛП к каноническому виду вводятся

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. фиктивные переменные | 3. искусственные переменные |
| 2. отрицательные переменные | 4. нулевые переменные |

№10. Если ограничение задано со знаком « \geq », то дополнительная переменная вводится в это ограничение с коэффициентом

- | | |
|-------|------|
| 1. -1 | 3. 0 |
| 2. 1 | 4. M |

№11. В целевую функцию дополнительные переменные вводятся с коэффициентами

- | | |
|-------|------|
| 1. -1 | 3. 0 |
| 2. 1 | 4. M |

Раздел. 2. Симплекс-метод

№1. Задача ЛП решается симплексным методом, если в каноническом виде матрица коэффициентов системы ограничений

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. содержит единичную подматрицу | 3. содержит нулевую подматрицу |
| 2. не содержит единичной подматрицы | 4. не содержит нулевой подматрицы |

№2. Значения базисных переменных оптимального плана задачи ЛП находятся в

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1. строке оценок | 3. столбце b |
| 2. последнем столбце | 4. первой строке |

№3. Если все искусственные переменные выведены из базиса (метод искусственного базиса) и план не является оптимальным, то для задачи ЛП на \min разрешающий столбец выбирается

- | | |
|---|---|
| 1. по наибольшему положительному числу в $(m+2)$ -й строке | 3. по наибольшему отрицательному числу в $(m+1)$ -ой строке |
| 2. по наименьшему отрицательному числу в $(m+1)$ -ой строке | 4. по наибольшему положительному числу в $(m+1)$ -ой строке |

№4. Метод искусственного базиса используется, если матрица коэффициентов при неизвестных системы ограничений в каноническом виде

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. содержит единичную подматрицу | 3. содержит диагональную подматрицу |
| 2. не содержит единичную подматрицу | 4. не содержит диагональную подматрицу |

№5. При решении задачи ЛП методом искусственного базиса первоначальный опорный план содержит

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. только дополнительные переменные | 3. искусственные и дополнительные переменные |
| 2. только свободные переменные | 4. дополнительные и свободные переменные |

№6. При решении задачи ЛП методом искусственного базиса оценки $Z_j - C_j$ размещаются в

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1. одной строке | 3. трех строках |
| 2. двух строках | 4. четырех строках |

№7. Оптимальность плана в симплексной таблице определяется

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. по столбцу b | 3. по разрешающей строке |
| 2. по строке $Z_j - C_j$ | 4. по разрешающему столбцу |

№8. Если при решении задачи ЛП на \max симплексным методом в строке оценок все разности $Z_j - C_j \geq 0$, то соответствующий план будет

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. неотрицательным | 3. невырожденным |
| 2. оптимальным | 4. отрицательным |

Раздел. 2. Двойственность

№1. Если исходная задача ЛП имеет вид $Z_{\max} = CX$, $AX \leq B$; $X \geq 0$, то ограничения симметричной двойственной задачи имеют вид

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. $YA \leq C, Y \leq 0$ | 3. $YA \leq B, X \geq 0$ |
| 2. $YA \geq C, Y \geq 0$ | 4. $YA \geq B, Y \geq 0$ |

№2. Коэффициентами при неизвестных целевой функции двойственной задачи являются

- | | |
|---|---|
| 1. коэффициенты при неизвестных целевой функции исходной задачи | 3. неизвестные исходной задачи |
| 2. свободные члены системы ограничений исходной задачи | 4. коэффициенты при неизвестных системы ограничений исходной задачи |

№3. Свободными членами системы ограничений двойственной задачи являются

- | | |
|---|---|
| 1. неизвестные исходной задачи | 3. свободные члены исходной задачи |
| 2. коэффициенты при неизвестных исходной задачи | 4. коэффициенты целевой функции исходной задачи |

№4. Если исходная задача ЛП была на максимум целевой функции, то двойственная задача будет

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. тоже на максимум | 3. смешанного типа (и на максимум, и на минимум) |
| 2. либо на максимум, либо на минимум | 4. на минимум |

№5. Если исходная задача ЛП была на минимум целевой функции, то двойственная задача будет

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. на максимум | 3. смешанного типа (и на максимум, и на минимум) |
| 2. либо на максимум, либо на минимум | 4. тоже на минимум |

№6. При составлении симметричной пары двойственных задач, если исходная задачи ЛП $Z_{max} = CX$, $AX \leq B$, $X \geq 0$, то двойственная задача имеет вид

- | | |
|--|--|
| 1. $T_{max} = YB$, $YA = C$, $Y \leq 0$ | 3. $T_{min} = BY$, $YA \geq C$, $Y \geq 0$ |
| 2. $T_{min} = YB$, $YA \geq C$, $Y \geq 0$ | 4. $T_{min} = BY$, $YA \leq C$, $Y \geq 0$ |

№7. При решении прямой задачи ЛП решение двойственной задачи в симплекс-таблице с оптимальным планом получается

- | | |
|--|---|
| 1. на пересечении столбца свободных членов и строки оценок | 3. на пересечении строки оценок и столбцов, соответствующих начальному базису ЗЛП |
| 2. на пересечении последнего столбца и строки оценок | 4. на пересечении первой строки и столбцов, соответствующих начальному базису ЗЛП |

№8. Если одна из пары двойственных задач обладает оптимальным планом, то другая

- | | |
|--|---|
| 1. имеет оптимальное решение и $Z_{min} = T_{max}$ или $Z_{max} = T_{min}$ | 3. имеет оптимальное решение и $Z_{min} = T_{min}$ |
| 2. не имеет решения и $Z_{min} \neq T_{max}$ или $Z_{max} \neq T_{min}$ | 4. не имеет решения и $Z_{min} = T_{max}$ или $Z_{max} = T_{min}$ |

№9. Если исходная задача ЛП имеет вид $Z_{max} = CX$, $AX \leq B$, $X \geq 0$, то целевая функция симметричной двойственной задачи имеет вид

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. $T_{max} = BX$ | 3. $T_{max} = BY$ |
| 2. $T_{min} = YB$ | 4. $T_{max} = YB$ |

№10. Если в исходной задаче ЛП система ограничений в матричной форме имеет вид $AX \leq B$, то в двойственной задаче она примет вид

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. $AX \geq B$ | 3. $YA \leq B$ |
|----------------|----------------|

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета и экзамена с использованием следующих оценочных материалов:

**Вопросы к зачету
(9 семестр, очная форма обучения)**

1. Предмет и задачи теории игр.
2. Классификация игр. Антагонистические матричные игры.
3. Игра с нулевой суммой. Матрица и стратегии игры.
4. Чистая стратегия и чистое решение.
5. Верхняя и нижняя цена игры.
6. Седловая точка игры. Теорема о седловой точке.
7. Оптимизация матрицы игры.
8. Смешанная стратегия игрока.
9. Рандомизация решения.
10. Решение задачи игры в смешанных стратегиях.
11. Игры с природой. Пример игры с природой.
12. Матрица риска.
13. Критерии поиска решения игры с природой (критерии Гурвица, Сэвиджа, Вальда).
14. Эффективность стратегий по Лапласу и Байесу

**Вопросы к экзамену
(10 семестр, очная форма обучения)**

1. Основные понятия. Простейшие задачи линейного программирования. Примеры текстовых задач, приводящих к задачам линейного программирования.
2. Общая задача линейного программирования.
3. Каноническая задача линейного программирования.
4. Выпуклые множества.
5. Графический метод решения задачи линейного программирования.
6. Геометрическая интерпретация графического метода решения задачи линейного программирования.
7. Свойства решений задачи линейного программирования.
8. Основные понятия, связанные с симплекс-методом решения задач линейного программирования: базисные и свободные переменные, начальный допустимый вектор, смена базиса, разрешающий элемент.
9. Симплекс-таблица и правила работы с ней.
10. Приемы сведения задачи линейного программирования к канонической задаче и решение её симплекс-методом.
11. Решение задачи об использовании сырья симплекс-методом.

12. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.
13. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
14. Метод искусственного базиса.
15. Понятие двойственности. Двойственность при графическом решении задачи линейного программирования.
16. Несимметричные двойственные задачи.
17. Симметричные двойственные задачи.
18. Виды математических моделей двойственных задач. Теоремы двойственности.
19. Постановка целочисленной задачи и метод Гомори. Полностью целочисленные задачи
20. Постановка транспортной задачи и ее математическая модель, построение первоначального опорного плана. Закрытая модель транспортной задачи.
21. Понятие о матрице планирования. Построение первоначального опорного плана.
22. Метод северо-западного угла, метод минимальной стоимости.
23. Метод двойного предпочтения.
24. Метод Фогеля. Метод потенциалов.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Балдин К.В. Математическое программирование : учебник / К.В. Балдин, Н.А. Брызгалов, А.В. Рукосуев ; под общ. ред. К.В. Балдина. – 2-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2018. – 218 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112201>
2. Фомина Т.П. Методы оптимизации : учебно-методическое пособие : [16+] / Т.П. Фомина ; Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского». – Липецк : Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576642>

4.2. Дополнительная литература

1. Самков Т.Л. Математические методы исследования экономики и математическое программирование : учебное пособие : [16+] / Т.Л. Самков ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 115 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575280>
2. Шапкин А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию : учебное пособие / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 9-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 432 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573151>

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://exponenta.ru	Образовательный математический сайт	Свободный доступ
2.	http://ilib.mccme.ru	ЭБ с книгами по математике.	Неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm	EqWorld Мир математических уравнений	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).