



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«___» _____ 2023 г.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН***

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ ИГР И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ»

Направление подготовки: 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль: Моделирование и проектирование информационных систем

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Королев
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: к.ф.-м.н. доц. Борисова О.Н. Рабочая программа дисциплины: Теория игр и исследование операций– Королев МО: «Технологический Университет», 2023.

Рецензент: к.т.н., доцент Бугай И.В.

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: к.ф.-м.н. доц. Борисова О.Н. Рабочая программа дисциплины: Теория игр и исследование операций– Королев МО: «Технологический Университет», 2023.

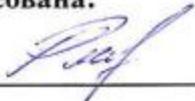
Рецензент: к.т.н., доцент Бугай И.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров 09.04.03 «Прикладная информатика» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол №9 от 11.04.2023 года.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В. к.т.н., доцент 			
Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 8 от 15.03.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП  к.т.н., доцент Раев О.Н.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№5 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Теория игр и исследование операций» является освоение теоретических основ и конкретных математических моделей прикладных производственных задач принятия решений в условиях неопределенности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует **профессиональные компетенции:**

ПК-1 Способность применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС.

ПК-4 Способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- изучение теоретических основ применения различных методов решения задач исследования операций;
- изучение методов линейного программирования как основы для построения математических моделей;
- изучение основных типов задач исследования операций;
- изучение способов построения математических моделей для решения прикладных задач;

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Необходимые знания

- Имеет понятие о методах и инструментальных средствах прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС
- Имеет понятие об эффективных проектных решениях в условиях неопределенности и риска;

Необходимые умения:

- Использует методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС
- Использует эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска;

Трудовые действия:

- Применяет методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС

- Применяет эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика».

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах при освоении учебной программы подготовки бакалавра и служит основой изучения курсов «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений».

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся очной формы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Виды занятий	Всего часов	Семестр 1	Семестр 2	Семестр ...
Общая трудоемкость	108		108	
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ				
Аудиторные занятия	32		32	
Лекции (Л)	16		16	
Практические занятия (ПЗ)	16		16	
Лабораторные работы (ЛР)	-		-	
Практическая подготовка	-		-	
Самостоятельная работа	76		76	
Курсовые работы (проекты)	-		-	
Расчетно-графические работы				
Контрольная работа	+		+	
Текущий контроль знаний				
Вид итогового контроля	Зачет		зачет	

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Практическая подготовка	Код компетенций
Тема 1. Линейное программирование	2	2	2	-	ПК-1,4
Тема 2. Транспортная задача линейного программирования	2	2	2	-	ПК-1,4
Тема 3. Теория игр	4	4	2	-	ПК-1,4
Тема 4. Динамическое программирование	4	4	2	-	ПК-1,4
Тема 5. Сетевое и календарное планирование	4	4	4	-	ПК-1,4
Итого:	16	16	12	-	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Линейное программирование

Основная задача линейного программирования. Целевая функция. Допустимые решения. Базисные решения. Опорные планы. Оптимальный план. Симплекс-метод решения основной задачи линейного программирования. Задача, двойственная к исходной задаче линейного программирования. Теоремы двойственности. Двойственные задачи линейного программирования. Теоремы двойственности. Интерпретация двойственных переменных. Анализ чувствительности оптимального решения к параметрам задачи линейного программирования.

Тема 2. Транспортная задача линейного программирования

Постановка задачи. Транспортная таблица. План перевозок. Оптимальный план перевозок. Закрытая и открытая модели. Составление первоначального плана перевозок методами северо-западного угла, наименьшей стоимости. Циклы и пополнение плана. Потенциалы. Проверка оптимальности плана и перераспределение поставок с помощью метода потенциалов.

Тема 3. Теория игр

Основные понятия теории игр. Определение антагонистической игры в нормальной форме. Равновесная ситуация. Чистые стратегии. Принцип минимакса. Оптимальные смешанные стратегии и их основные свойства. Поиск оптимальных стратегий с помощью решения задач линейного программирования. Понятие о корпоративных играх и о различных определениях их решений. Равновесие по Нэшу. Парето-оптимальность.

Тема 4. Динамическое программирование

Динамические задачи оптимизации. Примеры: простейшая динамическая модель производства и задача поиска оптимальной производственной программы. Многошаговые и непрерывные модели. Управление и переменная состояния в динамических моделях. Задание критерия в динамических задачах оптимизации. Принципы построения динамического управления: построение программной траектории и использование обратной связи. Динамическое программирование в многошаговых задачах оптимизации. Принцип оптимальности. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана в многошаговых задачах оптимизации. Решение задач динамического программирования.

Тема 5. Сетевое и календарное планирование

Сетевая модель комплекса работ. Временной сетевой график. Время выполнения комплекса работ. Критические работы. Резервы времени. Сетевое планирование при случайных временах выполнения работ. Задачи оптимизации сетевых моделей.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

«Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

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

Основная:

1. Лемешко Б. Ю. Теория игр и исследование операций / Б. Ю. Лемешко; Б.Ю. Лемешко. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 167 с. - ISBN 978-5-7782-2198-7. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228871>
2. Ржевский Сергей Владимирович. Исследование операций / Сергей Владимирович; С. В. Ржевский. - Москва : Лань", 2013. - 476 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Именной указатель: с. 464-465. - Библиогр.: с. 461-463. - Предметный указатель: с. 466-472. - ISBN 978-5-8114-1480-2. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821
3. Горлач, Б. А. Исследование операций / Б. А. Горлач; Горлач Б.А. - Москва: Лань, 2013. - ISBN 978-5-8114-1430-7. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4865

Дополнительная:

1. Микони С.В. Теория принятия управленческих решений: учебное пособие / С.В. Микони. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-

1875-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65957>

2. Благодатских А.И. Сборник задач и упражнений по теории игр: учебное пособие / А.И. Благодатских, Н.Н. Петров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1665-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49465>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа (window.edu.ru);

Универсальная библиотека ИстВью (online.ebiblioteka.ru);

Издательский дом «Гребенников» (grebennikon.ru);

Издательство «Лань» (e.lanbook.com);

ProQuest (www.proquest.com);

Polpred.com (www.polpred.com);

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящему Положению.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MS Office, Maple, Multisim, Mat lab.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы библиотеки Университета:

Электронно-библиотечная система ЭБС Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru).

ЭБС ZNANIUM.COM (znanium.com);

Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» (www.rucont.ru);

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- доской для письма мелом или маркерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов;
- комплект записей лекций для дистанционного обучения.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, ноутбук),
- демонстрационными материалами (наглядными пособиями);
- доской для письма мелом или фломастерами;

Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места обучающихся, оснащенные компьютером с доступом в Интернет.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН***

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине**

«ТЕОРИЯ ИГР И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ»

Направление подготовки: 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль: Моделирование и проектирование информационных систем

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1.	ПК-1	Способность применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС	Тема 1-5	Имеет понятие о методах и инструментальных средствах прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС	Использует методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС	Применяет методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС
2	ПК-4	Способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска	Тема 1-5	Имеет понятие об эффективных проектных решениях в условиях неопределенности и риска	Использует эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска	Применяет эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ПК-1, 4	Задачи	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме с применением программных средств специального и общего назначения на компьютерах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл) 2. Умение применить выбранный метод (1 балл) 3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметически в расчетах (1 балл) 4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла) 5. Задача не решена вообще (0 баллов) <p>Максимальная оценка - 5 баллов.</p> <p>Время, отведенное на процедуру – до 40 мин. При необходимости время может быть увеличено.</p>

			Оценка проставляется в электронный журнал
	Выполнение контрольной работы	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.

3. 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

3.1 Примерная тематика задач

Задача оптимального производства продукции

Предприятие планирует выпуск двух видов продукции I и II, на производство которых расходуется три вида сырья А, В, и С. Потребность a_{ij} на каждую единицу j -го вида продукции i -го вида сырья, запас b_i соответствующего сырья и прибыль c_j от реализации единицы j -го вида продукции задана таблицей:

Виды сырья	Виды продукции		Запасы сырья
	I	II	
А	$a_{11} = n$	$a_{12} = 2$	$b_1 = mn + 5$
В	$a_{21} = 1$	$a_{22} = 1$	$b_2 = m + n + 3$
С	$a_{31} = 2$	$a_{32} = m + 1$	$b_3 = mn + 4m + n + 4$
Прибыль	$c_1 = m + 2$	$c_2 = n + 1$	
План (ед)	x_1	x_2	

Для производства двух видов продукции I и II с планом x_1 и x_2 единиц составит целевую функцию прибыли Z и соответствующую систему ограничений по запасам сырья, предполагая, что требуется изготовить в сумме не менее n единиц обоих видов продукции.

Составить оптимальный план (x_1, x_2) производства продукции, обеспечивающий максимальную прибыль Z_{\max} . Определить остатки каждого вида сырья. Задачу решить симплекс-методом.

Построить по полученной системе ограничений многоугольник допустимых решений и найти оптимальный план производства геометрическим путем. Определить соответствующую прибыль Z_{\max} .

Произвести анализ модели на чувствительность. Найти двойственную цену дефицитных видов сырья, максимальное значение закупок дефицитных видов сырья, которое приносит прибыль при сохранении статуса сырья, а также границы изменения цены на товар, при которых найденный план остается оптимальным.

Транспортные задачи

Задача 1

		Потребности		
		B_1	B_2	B_3
Запасы		$b_1 = 190$	$b_2 = 120$	$b_3 = 10m$
A_1	$a_1 = 100$	4	2	m
A_2	$a_2 = 200$	n	5	3
A_3	$a_3 = 60 + 10n$	1	$m + 1$	6

Найти план с минимальной суммарной стоимостью перевозок.

Задача 2

Завод	Магазины					Мощности заводов
	№1	№2	№3	№4	№5	
I	$n + m$	m	$2n$	$n + m$	n	$10m$
II	$2m$	$m + 5$	n	$2n + m$	$m + n$	$20n$
III	$n + 3$	$m + 1$	$n + 2$	$2m + n$	n	$10(m + 2n)$
Потребности магазинов	$5m$	$10n$	$10n$	$5m + 10n$	$10m$	

В городе имеется три хлебозавода, которые выпускают одинаковую продукцию и развозят ее по 5 магазинам. Стоимость доставки пропорциональна расстоянию от завода до магазина (см. таблицу).

Мощности хлебозаводов составляют $10m$, $20n$ и $10(m + 2n)$ тонн продукции в сутки. Суточные потребности магазинов равны соответственно $5m$, $10n$, $10n$, $5m + 10n$, $10m$ тонн. Определите план поставок, минимизирующий суммарные транспортные расходы магазинов.

Теория игр

1. Рассматривается антагонистическая игра двух лиц с нулевой суммой.

Найти верхнюю и нижнюю цену игры. Платежная матрица

$$\begin{pmatrix} 2 & n & m \\ n+m & 4 & n+6 \\ m & 3n & 5m \\ m+2n & n & 6 \end{pmatrix}$$

2. Рассматривается антагонистическая игра двух лиц с нулевой суммой и платежной матрицей

$$\begin{pmatrix} m & n & m+n & 2m+n \\ m+n & m+2n & n & m \end{pmatrix}$$

Найти цену игры и оптимальные смешанные стратегии игроков графическим способом.

3. Игра решена симплекс-методом

Б	y_1	y_2	y_3	S_1	S_2	S_3	
y_1	1	0	0	n	$-m$	$-3/m$	$\frac{3m+n}{5m+2n}$
y_2	0	1	0	$4n/5$	1	$-m/5n$	$\frac{3m+2n-3}{5m+2n}$
y_3	0	0	1	$2/3$	-2	$m/4n$	$\frac{m+n+3}{5m+2n}$
z	0	0	0	$\frac{4m+1}{5m+2n}$	$\frac{2m+2n}{5m+2n}$	$\frac{m+2n-1}{5m+2n}$	$\frac{7m+4n}{5m+2n}$

Найти цену игры и оптимальные смешанные стратегии игроков.

Задача динамического программирования.

Фирма, в состав которой входит три предприятия, принимает решение о комплексной реконструкции этих предприятий. В следующей таблице указаны 4 возможных решения по каждому предприятию, затраты c_i на реализацию таких решений и чистая прибыль R_i как результат принятого решения (в млн. руб.)

	1-е предприятие		2-е предприятие		3-е предприятие	
	c_1	R_1	c_2	R_2	c_3	R_3
Оставляем в прежнем виде	0	0	0	0	0	0
Малая механизация	m	$m+n$	1	$1+m$	n	$n+m$
Частичная модернизация	$m+5$	$2m+n+3$	5	$2n+m$	$n+5$	$n+3m$

Полная реконструкция	$m+n+5$	$2m+3n+3$	$n+5$	$3n+m$	$n+15$	$5n+6m$
----------------------	---------	-----------	-------	--------	--------	---------

Требуется, используя метод динамического программирования, составить план реконструкции предприятий, обеспечивающий максимальную прибыль, при условии, что фирма может вложить в реконструкцию предприятий не более $m+2n+15$ млн. руб.

Сетевое и календарное планирование

Сетевая модель состоит из 9 этапов и включает в себя следующие операции:

Операция	1→2	1→3	1→4	2→5	3→5	4→5	2→6
Продолжительность	m	n	$m+2$	$n+1$	$m+3$	$n+2$	$m+2$
Число рабочих, занятых на операции	4	3	2	3	3	m	4

Операция	4→8	5→6	5→7	5→8	6→9	7→9	8→9
Продолжительность	n	$n+2$	$m+1$	$n+1$	$n+1$	$n+2$	$m+3$
Число рабочих, занятых на операции	$n+1$	2	$m+1$	4	3	2	1

Постройте сетевой граф модели. Для каждого i определите раннее начало операций $\langle i \rangle$, стартующих на i -м этапе, и позднее окончание операций $[i]$, заканчивающихся на i -м этапе. Для каждой операции вида $i \rightarrow j$ определите раннее и позднее начало операции, и ранее и позднее окончание операции, а также полный и свободный резерв операции. Выпишите все критические пути. Постройте календарный график потребности в рабочей силе, сначала исходя из ранних сроков начала операций, а затем – из поздних сроков начала операций. Постройте календарный график, в котором потребность в рабочей силе распределена максимально равномерно по времени.

Каждая задача зависит от двух числовых параметров m и n , которые определяются в соответствии с двумя последними цифрами A и B в шифре студенческого билета (зачетной книжки) из таблиц

A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	2	6	4	8	8	2	6	4	4	6

B	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	3	5	1	7	9	1	3	7	5	9

Например, студент с шифром 14-34 ($A=3$, $B=4$) решает задачи со значениями $m=8$, $n=9$.

Преподаватель, ведущий данный курс, может распределить значения параметров m и n по своему усмотрению.

3.2 Тематика контрольной работы

1. Произвести анализ модели на чувствительность на примере задачи, определяемой следующей симплекс таблицей

Б	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	1
s_2	0	0	3	1	-2	12
x_1	1	0	-1	0	1	8
x_2	0	1	2	0	3	9
z	0	0	5	0	4	12

Определить теневые цены ресурсов, границы возможного увеличения запасов сырья, которые не изменяют статус ресурса, границы изменения цен на продукцию, при которых данный опорный план остается оптимальным.

2. Решить задачу:

$$x_1 x_2 \rightarrow \min, \quad x_1 + x_2 \geq 1, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

3. Решить задачу линейного программирования

$$z = 4x + y \rightarrow \max, \quad x + y \leq 7, \quad x + 2y \geq 1, \quad x \geq 0, \quad y \geq 0.$$

4. Решить транспортную задачу: имеется три поставщика с ресурсами 100, 200, 300, три потребителя с потребностями 200, 150, 250, и матрица коэффициентов стоимости поставок

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}. \text{ Определить план поставок наименьшей стоимости.}$$

5. Сетевая модель включает в себя следующие операции:

Операция	1→2	1→3	1→4	2→5	2→6	3→6	3→7	4→5	5→7	6→7
Продолжительность	6	7	5	8	7	4	8	3	5	2

Постройте сетевой граф модели. Для каждой операции вида $i \rightarrow j$ определите свободный резерв операции. Найти критические пути.

6. По игровой матрице:

$$\begin{pmatrix} 2 & 5 & 7 & 9 \\ 6 & 6 & 5 & 7 \\ 4 & 3 & 9 & 10 \\ 3 & 8 & 2 & 9 \end{pmatrix}$$

Определите верхнюю и нижнюю цену игры. Есть ли решение игры в чистых стратегиях?

7. Рассматривается антагонистическая игра двух лиц с нулевой суммой и пла-

тежной матрицей
$$\begin{pmatrix} 3 & 6 & 2 & 1 \\ 7 & 4 & 5 & 8 \end{pmatrix}$$

Найти цену игры и оптимальные смешанные стратегии игроков графическим способом.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине является зачет, проводимый в письменной форме по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Зачет	ПК-1, 4	2 вопроса и 1 задача	Зачет проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	<p>«Зачтено»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. <p>«Не зачтено»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.

4.1. Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Основная задача линейного программирования. Целевая функция. Замена неравенств уравнениями в системе ограничений. Допустимые решения (планы). Базисные решения. Опорные планы. Оптимальный план.
2. Симплекс-метод решения основной задачи линейного программирования. Преобразование системы ограничений методом полных жордановых исключений. Формирование симплекс-таблицы. Анализ решения по целевой (фиктивной целевой) строке. Улучшение решения по целевой (фиктивной целевой) строке. Запись оптимального плана.
3. Графический метод решения задачи линейного программирования в случае двух переменных.
4. Задача, двойственная к исходной задаче линейного программирования. Симметричные и несимметричные двойственные задачи. Теоремы двойственности.
5. Двойственный симплекс-метод.
6. Экономическое содержание теории двойственности (на примере решения задачи оптимального планирования производства продукции).
7. Постановка транспортной задачи. Транспортная таблица. План перевозок. Оптимальный план перевозок. Закрытая и открытая модели. Сведение открытой модели к закрытой.
8. Составление первоначального плана перевозок транспортной задачи методами северо-западного угла, наименьшей стоимости, двойного предпочтения.
9. Вырожденные планы в транспортной задаче. Циклы и пополнение плана. Потенциалы. Проверка оптимальности плана и перераспределение поставок с помощью метода потенциалов.
10. Задача коммивояжера.
11. Антогонистическая игра с нулевой суммой.
12. Минимакс. Максимин. Игра в чистых стратегиях. Седловая точка игры.
13. Смешанные стратегии. Определение цены игры.
14. Структурная таблица комплекса работ сетевой модели. Ранги работ. Упорядочение структурной таблицы. Сетевой график комплекса работ.
15. Временной сетевой график. Время выполнения комплекса работ. Критические работы. Резервы времени.
16. Сетевое планирование при случайных временах выполнения работ.
17. Задачи оптимизации сетевых моделей.

18. Многошаговые управляемые процессы. Общая постановка задачи динамического программирования. Геометрическая интерпретация задачи динамического программирования.
19. Принцип оптимальности Беллмана. Поэтапное построение оптимального управления.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

«ТЕОРИЯ ИГР И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ»

Направление подготовки: 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль: Моделирование и проектирование информационных систем

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины является освоение теоретических основ и конкретных математических моделей прикладных производственных задач принятия решений в условиях неопределенности.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- изучение теоретических основ применения различных методов решения задач исследования операций;
- изучение методов линейного программирования как основы для построения математических моделей;
- изучение основных типов задач исследования операций;
- изучение способов построения математических моделей для решения прикладных задач;

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 1. Линейное программирование: Симплекс-метод решения основной задачи линейного программирования.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 2. Транспортная задача линейного программирования: Транспортная таблица. Составление первоначального плана перевозок методами северо-западного угла, наименьшей стоимости. Проверка оптимальности плана и перераспределение поставок с помощью метода потенциалов.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 3. Теория игр: Равновесная ситуация. Чистые стратегии. Принцип минимакса. Оптимальные смешанные стратегии. Методы решения матричных игр: аналитический – для игры 2×2 и графический – для игр 2×2 , $2 \times n$, $m \times 2$.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 3. Теория игр: Сведение решения матричной игры типа 2×1 к решению двойственных задач линейного программирования. Использование методов теории игр при выработке решений в условиях полной неопределенности.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

Практическое занятие 5.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 4. Динамическое программирование: Динамические задачи производства и задача поиска оптимальной производственной программы. Управление и переменная состояния в динамических моделях.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

Практическое занятие 6.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 4. Динамическое программирование: Принцип оптимальности. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана в многошаговых задачах оптимизации. Решение задач динамического программирования.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

Практическое занятие 7.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 5. Сетевое и календарное планирование: Сетевая модель комплекса работ. Временной сетевой график. Критические работы. Резервы времени.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

Практическое занятие 8.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.*

Тема и содержание практического занятия: *Тема 5. Сетевое и календарное планирование: Сетевое планирование при случайных временах выполнения работ. Задачи оптимизации сетевых моделей.*

Продолжительность занятия – 2/- ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1. Линейное программирование	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
2.	Тема 2. Транспортная задача линейного программирования	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
3	Тема 3. Теория игр	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
4	Тема 4. Динамическое программирование	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
5	Тема 5. Сетевое и календарное планирование	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2 - 4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению

Объём контрольной работы – 10 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Лемешко Б. Ю. Теория игр и исследование операций / Б. Ю. Лемешко; Б.Ю. Лемешко. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 167 с. - ISBN 978-5-7782-2198-7. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228871>
2. Ржевский Сергей Владимирович. Исследование операций / Сергей Владимирович; С. В. Ржевский. - Москва : Лань", 2013. - 476 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Именной указатель: с. 464-465. - Библиогр.: с. 461-463. - Предметный указатель: с. 466-472. - ISBN 978-5-8114-1480-2. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821

3. Горлач, Б. А. Исследование операций / Б. А. Горлач; Горлач Б.А. - Москва: Лань, 2013. - ISBN 978-5-8114-1430-7. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4865

Дополнительная:

1. Микони С.В. Теория принятия управленческих решений: учебное пособие / С.В. Микони. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1875-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65957>
2. Благодатских А.И. Сборник задач и упражнений по теории игр: учебное пособие / А.И. Благодатских, Н.Н. Петров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1665-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49465>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа (window.edu.ru);
Универсальная библиотека ИстВью (online.ebiblioteka.ru);
Издательский дом «Гребенников» (grebennikon.ru);
Издательство «Лань» (e.lanbook.com);
ProQuest (www.proquest.com);
Polpred.com (www.polpred.com).

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MS Office, Maple, Multisim, Mat lab.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы библиотеки Университета:

Электронно-библиотечная система ЭБС Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru).

ЭБС ZNANIUM.COM (znanium.com);

Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» (www.rucont.ru);