

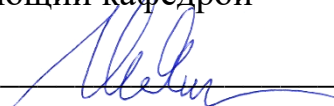
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры  
«Прикладная математика и информатика»  
24 января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 М.В. Грязев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Исследование операций»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

с направленностью (профилем)

**Прикладная математика и информатика**

Форма обучения: очная

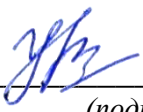
Идентификационный номер образовательной программы: 010302-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик:**

\_\_\_Рудомазина Ю.Д. доцент, к.ф.-м-н.\_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.1)

1. Может ли допустимое решение задачи линейного программирования содержать отрицательную компоненту?
2. Чем отличается оптимальное решение задачи линейного программирования от допустимого?
3. Чем отличается канонический вид задачи линейного программирования от общего?
4. В чем состоит преобразование Жордана-Гаусса?
5. Может ли каноническая задача быть приведена к общему виду?

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.1)

1. Каков геометрический смысл коэффициентов при неравенствах в системе ограничений?
2. Какой вывод можно сделать из того, что область допустимых решений не ограничена по направлению, противоположному вектору целевой функции?
3. Каков смысл коэффициентов целевой функции?
4. При каких условиях допустимое базисное решение является оптимальным?
5. В чем состоит симплексный метод решения задачи линейного программирования?

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.2)

1. Если в основной задаче линейного программирования отсутствуют условия неотрицательности переменных, то какие последствия это влечет в сопряженной задаче?
2. Какова связь между экстремальными значениями пары двойственных задач линейного программирования?
3. Чем отличаются матрицы систем ограничений в паре двойственных задач линейного программирования?
4. Чем отличаются друг от друга транспортные задачи с правильным и неправильным балансом?
5. Чем отличается вырожденное решение от невырожденного? Как появляется то или другое?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.2)**

1. В чем состоит идея получения целочисленного решения задачи линейного программирования?
2. Для каждой ли задачи линейного программирования можно получить целочисленное решение?
3. Перечислите показатели эффективности системы массового обслуживания.
4. Случайный процесс какого типа протекает в системы массового обслуживания?
5. На какие классы делятся системы массового обслуживания в зависимости от
  - 1) характера потоков;
  - 2) числа каналов;
  - 3) дисциплины обслуживания;
  - 4) ограничения потока заявок;
  - 5) количества этапов обслуживания.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.3)**

1. Какой случайный процесс называют марковским?
2. Что называется марковской цепью?
3. Что представляет собой приведенная интенсивности входящего потока и какова единица измерения этого показателя?
4. Какие вероятности состояний системы массового обслуживания называются предельными и какой режим функционирования они характеризуют?
5. Как называется модель случайного процесса, протекающего в многоканальной системе массового обслуживания с отказами?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.3)**

1. Привести задачу к каноническому виду

$$L(X) = 2x_1 + 3x_2 - x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 5, \\ 2x_2 + x_3 \leq 12, \\ 2x_1 - 3x_2 - x_3 \geq 4, \end{cases}$$

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

2. Привести задачу к каноническому виду

$$L(X) = 3x_1 + 2x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_4 = 4, \\ 2x_1 + x_2 - x_3 \leq 6, \\ x_1 + 2x_4 \geq -3, \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_4 \geq 0$$

3. Привести задачу к каноническому виду

$$L(X) = x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_4 = 1, \\ 4x_1 + 3x_2 + x_3 - x_4 = 5, \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$$

4. Привести задачу к каноническому виду

$$L(X) = x_4 - x_5 - 22 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_4 - 3x_5 \leq -9, \\ x_4 - x_5 \leq 5, \\ -2x_4 - x_5 \leq -8, \end{cases}$$

$$x_4 \geq 0, \quad x_5 \geq 0.$$

5. Привести задачу к каноническому виду

$$L(X) = 10 - 4x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} -2x_3 + 3x_4 \leq -2, \\ -2x_4 \geq -1, \end{cases}$$

$$x_3 \geq 0, \quad x_4 \geq 0.$$

### 3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.1)

1. К компьютеру поступают задания с интенсивностью  $\lambda = 1,5$  заданий в секунду (поток заданий простейший). Найти вероятность того, что за две секунды: а) не поступит ни одного задания; б) поступит ровно одно задание; в) поступит ровно одно задание.
2. В ателье поступает в среднем 3 заявки в день. Считая поток простейшим, найти вероятность того, что в течение двух ближайших дней число заявок будет не менее 5.
3. Среднее число заказов на такси, поступающих на диспетчерский пункт в одну минуту, равно 3. Найти вероятность того, что за две минуты поступит: а) 4 вызова; б) хотя бы один; в) ни одного вызова. (Поток заявок простейший).
4. Закусочная на АЗС имеет один прилавок. Автомобили прибывают в соответствии с пуассоновским распределением, в среднем 2 автомобиля за 5 минут. Найти вероятность того, что за четверть часа поступит: а) 11 вызовов; б) ни одного вызова (поток заявок простейший).
5. Построить граф состояний следующего случайного процесса: система состоит из двух автоматов по продаже газированной воды, каждый из которых в случайный момент времени может быть либо занятым, либо свободным.

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.1)

1. В парикмахерской работает один мастер. Время обслуживания распределено по показательному закону со средним 10 мин. Клиент, пришедший в парикмахерскую, когда мастер занят, не ожидает обслуживания, а покидает парикмахерскую. Поток клиентов – простейший с интенсивностью 8 клиентов/ч. Найти показатели эффективности работы данной парикмахерской.
2. Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с одним каналом (одной группой проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,5 часа. На осмотр поступает в среднем 36 машин в сутки. Поток заявок и обслуживаний –

простейшие. Если машина, прибывшая в пункт осмотра, не застает ни одного канала свободным, она покидает пункт осмотра необслуженной. Определить предельные вероятности состояний и характеристики обслуживания профилактического пункта осмотра и сделайте вывод об эффективности его работы.

3. Одноканальная система массового обслуживания с отказами представляет собой одну телефонную линию, на вход которой поступает простейший поток вызовов с интенсивностью 0,4 вызовов /мин. Средняя продолжительность разговора 3 мин.: время разговора имеет показательное распределение. Найти предельные вероятности состояний и характеристики обслуживания системы массового обслуживания. Сравнить пропускную способность системы массового обслуживания с номинальной, которая была бы, если разговор в точности 3 мин., а заявки шли одна за другой регулярно, без перерывов.
4. Рассматривается работа АЗС с тремя заправочными колонками. Если заняты все три колонки, то машина не встает в очередь, а покидает АЗС. Среднее время заправки автомобиля 3 мин. Интенсивность потока автомобилей – 0,25 ед/мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы АЗС.
5. Имеется двухканальная простейшая система массового обслуживания с отказами. На ее вход поступает поток заявок с интенсивностью 4 заявки/час. Среднее время обслуживания одной заявки 0,8 часа. Каждая обслуживаемая заявка приносит доход 4 ден. ед. Содержание каждого канала обходится 2 ден. ед./ч. Выясните, выгодно или невыгодно в экономическом отношении увеличить число каналов до трех.

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.2)**

1. Составить математическую модель следующей экономической задачи. Для трех видов продукции  $P_1, P_2, P_3$  используется три вида сырья  $C_1, C_2, C_3$ . Предприятие может израсходовать 32 т сырья  $C_1$ , не менее 40 т  $C_2$  и не более 50 т сырья  $C_3$ . Нормы расхода сырья на единицу продукции того или иного вида приведены в таблице. Здесь же указаны трудовые и энергетические затраты на производство единицы продукции  $P_1, P_2, P_3$ . Определить количество продукции видов  $P_1, P_2$  и  $P_3$ , которые следует производить при минимальных затратах энергетических и трудовых ресурсов.

Сырье	Запасы, (т)	Нормы расхода на единицу продукции (т)		
		$P_1$	$P_2$	$P_3$
$C_1$	32	2	3	0
$C_2$	40	4	1	2
$C_3$	50	3	1	3
Расходы (руб.)		4	5	6

2. Магазин планирует реализовать четыре вида товаров  $T_1, T_2, T_3, T_4$ . Известны затраты на реализацию единицы товара, оплата продавцов, ограничения на торговые площади и складские помещения, а также прибыль от реализации единицы того или иного товара. Требуется определить плановый объем и структуру товарооборота, при котором прибыль магазина оказалась бы максимальной. Цифровые данные приведены в таблице

Виды ресурсов	Нормы расхода на единицу продукции (т)				Суммарный
	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	
Рабочее время продавцов (человеко-дни)	2	3	0	6	50
Торговая площадь ( $m^2$ )	4	1	2	8	200
Складские помещения, ( $m^2$ )	3	1	3	5	40
Прибыль ()	6	7	9	3	max

3. Для изготовления изделий А, В и С в качестве сырья используется сталь, алюминий и цветные металлы, объемы которых ограничены. Изделия производятся на токарных, фрезерных и шлифовальных станках. Требуется составить план выпуска продукции, при котором будет достигнута максимальная прибыль от реализации всей продукции. Составить математическую модель задачи при данных, приведенных в таблице.

Виды ресурсов, кг	Объем Ресурса	Нормы расхода на единицу ресурса		
		А	В	С
Сталь	800	15	20	40
Алюминий	600	8	15	10
Цветные металлы	300	3	6	4
Токарные	4800	60	80	120
Фрезерные	5600	80	70	28
Шлифовальные	600	6	10	12
Прибыль		30	40	60

4. Решить задачу при помощи модуля «Поиск решения» («Решатель»): Фермер закупает удобрения двух видов. В единице массы удобрения первого вида содержится: 3 условные единицы химического вещества а; 2 условные единицы химического вещества б; 1 условная единица химического вещества с. В единице массы удобрения второго вида содержится: 1 условная единица химического вещества а; 1 условная единица химического вещества б; 1 условная единица химического вещества с. На 1 га почвы необходимо внести: 9 условных единиц химического вещества а; 8 условных единиц химического вещества б; 6 условных единиц химического вещества с. Составить наиболее экономичный план закупки удобрений (в расчете на 1 га), если цены удобрений (на 1 ед. массы) таковы: 1 вид – 3 денежные единицы; 2 вид – 2 денежные единицы.

5. Известен ежедневный доход индивидуального предпринимателя в течение месяца (двадцать четыре рабочих дня)  $d_1, d_2, d_3, d_4 \dots d_{24}$  рублей в день. Рассчитать месячный доход индивидуального предпринимателя  $D$ :  $D = \sum_{i=1}^{i=26} d_i$ .  $D < 15\,000\,000$ , так как только в этом случае индивидуальный предприниматель имеет право платить налоги по упрощенной системе налогообложения. Рассчитать сумму  $S$ , с которой будет заплачен налог:  $S = БД * F * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * 3$ , где  $БД$  – базовая доходность. В упрощенной системе налогообложения принимается равной 1 800 рублей;  $F$  – арендуемая индивидуальным предпринимателем площадь помещения;  $K_1 = 1,096$  – корректирующий коэффициент;  $K_2 = 1$ ,  $K_3 = 0,7$ ,  $K_4 = 0,97$  – поправочные коэффициенты. Рассчи-

тать сумму единого вмененного налога  $N$ :  $N = \frac{S * n}{100}$ , где  $S$  – сумма, с которой будет заплачен налог;  $n$  – процент налогообложения. В упрощенной системе налогообложения принимается равным 15%. Каждый месяц  $d_1, d_2, d_3, d_4 \dots d_{24}$  и  $F$  могут изменяться. Периодически  $БД, K_1, K_2, K_3, K_4$  также могут изменяться.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-8.2)**

1. Фирма берет в кредит 5 автомобилей. Стоимость каждого автомобиля  $X$  тысяч рублей. Фирма располагает начальной суммой  $Y$  тысяч рублей. Банк предлагает 3 условия кредитования: Автокредит. Процентная ставка – 13% годовых. Ежемесячное кассовое обслуживание 0,5% от суммы кредита. Первоначальный взнос необязателен. Обязательное страхование АВТОКАСКО – 15% от стоимости автомобиля. Сумму страхования по АВТОКАСКО можно включить в кредит. Возможно досрочное погашение кредита с перерасчетом процентов. Кредит на неотложные нужды. Процентная ставка – 19% годовых. Ежемесячное кассовое обслуживание 1,2 % от суммы кредита. Первоначальный взнос обязателен – 10% от суммы кредита. Через шесть месяцев возможно досрочное погашение кредита с перерасчетом процентов. Потребительский кредит. Процентная ставка – 15% годовых. Ежемесячное кассовое обслуживание 0,8 % от суммы кредита. Первоначальный взнос обязателен – 12 % от суммы кредита. Возможно досрочное погашение кредита, однако в этом случае плательщик обязан внести 2% от суммы кредита. Кредиты можно взять на 12, 24, 36, 48, 60 месяцев. Определить наиболее выгодные условия кредита.

2. Для изготовления изделий двух типов А и Б имеется 200 кг металла. На изготовление одного изделия типа А расходуется 2 кг металла, а одно изделие типа Б – 4 кг. Составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки от продажи изготовленных изделий, если одно изделие типа А стоит 50 руб., а одно изделие типа Б стоит 70 руб., причем изделий типа А можно изготовить не более 60, и изделий типа Б – не более 30.

3. Симплексным методом решить следующую задачу линейного программирования

$$L(X) = x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 - 6 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + 5x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 10, \\ 2x_1 - x_2 + x_3 - 3x_4 = 6, \\ 10x_2 + x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 25, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1 \dots 5. \end{cases}$$

4. Симплексным методом решить следующую задачу линейного программирования

$$L(X) = 2x_1 + 8x_2 + x_3 + 5x_4 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 - 3x_3 + x_4 \geq 18, \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 2x_4 \geq 24, \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 - 3x_4 \geq 30, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1 \dots 4. \end{cases}$$

5. Симплексным методом решить следующую задачу линейного программирования

$$L(X) = 25x_1 + 20x_2 + 18x_3 \rightarrow \min$$



$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 + 4x_3 \geq 6, \\ 2x_1 + 6x_2 \geq 5, \\ 3x_1 + 2x_2 + 3x_3 \geq 9, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1 \dots 3. \end{cases}$$

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-6.3)**

1. Решить транспортную задачу, в которой  $A$  – вектор запасов,  $B$  – вектор запросов,  $C$  – тарифная матрица,  $A=(30,40,90)$ ,  $B=(40,20,30,60)$ ,

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 7 & 2 \\ 5 & 4 & 1 & 5 \\ 7 & 3 & 3 & 4 \end{pmatrix}.$$

2. Решить транспортную задачу, в которой  $A$  – вектор запасов,  $B$  – вектор запросов,  $C$  – тарифная матрица,  $A=(400,300,900)$ ,  $B=(400,200,300,600)$ ,

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 4 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 5 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

3. Построить математическую модель транспортной задачи линейного программирования.  
4. Построить двойственную задачу для транспортной задачи линейного программирования.  
5. Найти оптимальные целочисленные решения задач линейного программирования

$$L(X) = 2x_1 + x_2 - 6x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 2, \\ -x_2 + 2x_3 \leq 3, \\ -2x_2 + 3x_3 \leq 6, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1 \dots 3. \end{cases}$$

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.3)**

1. Решить матричную игру с платежной матрицей  $P = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 11 \\ 7 & 5 & 2 \end{pmatrix}$ .

2. Определить при помощи линейного программирования решение игровой задачи с

платежной матрицей:  $P = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \\ 3 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ .

3. Найти все ситуации равновесия в биматричной игре

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 & -1 \\ 4 & -2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 5 & 4 \\ -1 & 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 4 & 7 \\ 4 & 5 & 5 & 4 \\ -3 & 6 & 6 & 2 \\ 8 & 7 & 3 & 6 \end{pmatrix}.$$

4. В биматричной игре с матрицами  $A = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 0 & 4 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$  найти: 1) ситуации равновесия по Нэшу (в смешанных стратегиях); 2) оптимальные ситуации по Парето (в чистых и смешанных стратегиях).
5. В биматричной игре с матрицами  $A = \begin{pmatrix} 5 & 1 \\ -4 & 5 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$  найти: 1) ситуации равновесия по Нэшу (в смешанных стратегиях); 2) оптимальные ситуации по Парето (в чистых и смешанных стратегиях).