

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт физико-математического образования, информационных и  
обслуживающих технологий  
Кафедра фундаментальной математики

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физико-  
математического образования,  
информационных и обслуживающих  
технологий

Е.Е. Горбенко

« 14 » января 2023 г.

Приложение к рабочей программе учебной дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине  
Исследование операций

Направление подготовки 01.03.01 Математика  
Профиль подготовки Математические и цифровые технологии в образовании  
Квалификация выпускника – бакалавр  
Форма обучения – очная  
Курс – 3

Разработчик:  
доцент Давыскиба О.В.,  
Заведующий кафедрой фундаментальной  
математики С.В. Темникова  
Темникова С.В.  
Протокол  
от « 04 » января 2023 г. № 5

Луганск, 2023

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины «Исследование операций» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины.

## 1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС — установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 8 (с изменениями и дополнениями).

## 1.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
Общепрофессиональная	
ПК-4 Способен разрабатывать и применять современные технологии на основе фундаментальных математических теорий, концепций и методов	ПК-4.1. Понимает значение фундаментальных математических теорий, концепций и методов для решения прикладных задач, способен использовать их при разработке современных цифровых технологий

## 1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
Тема 1. Методические основы оптимизации систем.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 2. Линейное программирование.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 3. Транспортная задача.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 4. Линейное целочисленное программирование.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 5. Дискретное программирование.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 6. Нелинейное программирование.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.

Тема 7. Динамическое программирование.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 8. Параметрическое программирование.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
<b>Промежуточная аттестация</b>	ПК-4	Зачет

### 1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Результаты сформированности
<b>Общепрофессиональная</b>	
ПК-4 Способен разрабатывать и применять современные технологии на основе фундаментальных математических теорий, концепций и методов	<p>Знает: структуру, содержание и назначение методов математического программирования; основные понятия и методы решения задач линейного, целочисленного, дискретного, нелинейного, динамического и параметрического программирования; основные методы моделирования для решения задач математического программирования.</p> <p>Умеет: применять методы математического программирования для решения задач оптимизации; разрабатывать математические модели для решения прикладных задач и проводить их анализ; обосновывать хозяйственные решения на основе анализа результатов решения соответствующей математической модели.</p> <p>Владеет: методами математического моделирования для формулирования прикладных экономико-математических моделей; методами математического программирования для решения задач оптимизации.</p>

### 1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Вид учебной работы	Количество баллов
	<b>ОФО</b>
Работа на практических занятиях	49
Выполнение индивидуальных заданий	11
Зачет	40
<b>Всего:</b>	<b>100</b>

### Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

Четырехбалльная система оценивания экзамена	100-балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале	Система оценивания зачета
Отлично	90–100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к	

		максимальному	Зачтено
Хорошо	<b>83–89</b>	<b>В</b> – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	
Хорошо	<b>75–82</b>	<b>С</b> – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетворительно	<b>63–74</b>	<b>D</b> – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	
Удовлетворительно	<b>50–62</b>	<b>Е</b> – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	
Неудовлетворительно	<b>21–49</b>	<b>FX</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Не зачтено
Неудовлетворительно	<b>0–20</b>	<b>F</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки,	

		дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	
--	--	--	--

## 2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 2.1. Оценочные средства текущего контроля

#### Вопросы для устного опроса:

1. Дайте определение целевой функции и системы ограничений. Какие ограничения являются активными, а какие неактивными? Какие ресурсы являются дефицитными, а какие недефицитными?
2. Сформулируйте постановку задачи об использовании ресурсов.
3. Сформулируйте постановку задачи о составлении рациона.
4. Сформулируйте постановку задачи об использовании мощностей.
5. Сформулируйте постановку задачи о раскрое материала.
6. Перечислите и поясните три основные гипотезы задач линейного программирования.
7. Дайте определение базисных и свободных переменных. Дайте определение выпуклого и невыпуклого множества.
8. Дайте определение внутренних, граничных и угловых точек множества.
9. Дайте определение замкнутого, ограниченного и неограниченного множества.
10. Что является решением линейного неравенства с двумя переменными? Что является решением линейного неравенства с тремя и более переменными?
11. Сформулируйте теорему о пересечении выпуклых множеств и укажите ее использование при решении систем линейных неравенств.
12. Приведите примеры различных множеств решений систем линейных неравенств с двумя переменными.
13. Запишите общую постановку задачи линейного программирования.
14. Дайте математическое определение плана и оптимального плана (решения). Приведите пример экономического определения плана и оптимального плана.
15. Перечислите и опишите возможные варианты результатов анализа системы ограничений.
16. Перечислите возможные виды задач линейного программирования и соответствующие им составы системы ограничений.
17. Запишите постановку задачи линейного программирования в матричной и векторной форме.

18. Докажите, что множество решений задачи линейного программирования является выпуклым.
19. Укажите и обоснуйте принципиальный путь поиска решения задач линейного программирования.
20. Какова сущность геометрического метода решения задач линейного программирования?
21. Что такое линия уровня целевой функции, каково ее использование при решении задач линейного программирования геометрическим методом?
22. Приведите геометрические примеры отсутствия оптимального значения целевой функции (на плоскости). Приведите геометрические примеры наличия одного и неограниченного множества оптимальных значений целевой функции (на плоскости).
23. Приведите геометрический пример поиска решения задачи линейного программирования с учетом оценки изменения значения целевой функции.
24. Каков геометрический смысл симплекс-метода?
25. Перечислите основные составляющие, позволяющие выполнять последовательность шагов решения с использованием симплекс-метода.
26. Сформулируйте критерий оптимальности решения задач линейного программирования (на минимум и максимум).
27. Что является первоначальным допустимым базисным решением задачи линейного программирования.
28. Какова сущность метода искусственного базиса?
29. Что такое расширенная система ограничений? Какова связь решений расширенной и исходной задач?
30. Приведите примеры методов выявления ключевых столбцов. Каков принцип выбора ключевых столбцов с использованием  $M$ -метода?
31. Каков принцип выбора ключевой строки и расчета оценочных отношений?
32. Сформулируйте общий алгоритм решения задач линейного программирования с использованием симплекс-метода.
33. Перечислите и опишите особые случаи, возникающие при решении задач линейного программирования симплекс-методом.
34. Дайте экономическую интерпретацию задачи, двойственной задаче об использовании ресурсов.
35. Перечислите свойства взаимно двойственных задач.
36. Сформулируйте алгоритм составления двойственной задачи.
37. Каковы соответствия между переменными взаимно двойственных задач? Какова связь между оптимальным решением взаимно двойственных задач?
38. Дайте формулировку транспортной задачи для случая однородности товара.
39. Каковы отличия между открытой и закрытой моделью транспортной задачи?
40. Перечислите и опишите варианты открытой модели транспортной задачи.
41. Сформулируйте сущность «метода северо-западного угла».

42.Сформулируйте сущность «метода наименьшего элемента».

43.Сформулируйте сущность «метода потенциалов».

### Примеры заданий для практических занятий:

1. Найти максимум целевой функции  $z = 2x_1 + 2x_2$   
при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 7, \\ 2x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_2 \leq 3, \\ x_1 + 2x_2 \geq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

2. Для изготовления трех видов изделий, которые обозначим  $A, B, C$ , используется три вида ресурсов; их обозначим I, II, III. Затраты ресурсов каждого вида на производство одного изделия видов  $A, B, C$  в относительных единицах, объем имеющихся ресурсов каждого вида, а также прибыль от реализации единицы готового изделия всех видов в денежных единицах (ден. ед.) представлены в таблице

<i>Вид сырья</i>	Затраты по видам ресурсов на единицу продукции			Объем имеющихся ресурсов
	A	B	C	
I	2	4	3	48
II	4	2	3	60
III	3	0	1	36
Прибыль от реализации	6	4	3	—

3. По данным таблицы необходимо составить план перевозок так, чтобы затраты на перевозку были минимальными.

Склады	Участки			Наличие на складах
	1-й	2-й	3-й	
I-й	40	70	20	8000
II-й	10	20	30	5000
III-й	20	40	10	10000
IV-й	30	20	50	7000
Потребности участков	12000	9000	9000	30000

4. Планируется работа двух промышленных предприятий на три года. Количество средств  $x$ , вложенное в 1 предприятие в начале года дает за год доход  $f(x) = 4x - 0.01x^2$  и остаток  $g(x) = 0.6x$ . Аналогично, количество средств  $y$ , вложенное во второе предприятие, дает за один год доход  $f(y) = 3y$  и остаток  $g(y) = 0.8y$ . Произвести распределение ресурсов  $Z_1 = 200$  между предприятиями на каждый год планируемого периода, так чтобы получить максимальный суммарный доход за весь период.

### Примерный вариант индивидуального задания

1. Решить графическим методом задачу оптимизации в условиях следующей модели:

$$z = -x_1 + x_2 + 2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 1 \\ 3x_1 + 2x_2 \geq 6 \\ -3x_1 - x_2 \geq -9 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Для производства двух видов изделий (обозначим их буквами  $A$  и  $B$ ), используется три вида технологического оборудования (обозначим их цифрами I, II, III). Использование оборудования на производство единицы продукции видов  $A$  и  $B$  (в часах), общий резерв использования оборудования (в часах), а также прибыль от реализации готового изделия видов  $A$  и  $B$  (в ден. ед.) представлены в таблице. Составить план производства изделий видов  $A$  и  $B$ , обеспечивающий максимальную прибыль. Задачу решить симплекс-методом.

Тип оборудования	Затраты времени работы оборудования на единицу продукции		Резерв использования оборудования
	A	B	
I	5	6	295
II	5	2	115
III	5	1	95
Прибыль от реализации	10	5	—

3. Из складов лесоматериалов необходимо доставить лес на строительные площадки. Потребности строительных площадок (в м<sup>3</sup>), запасы леса на складах (в м<sup>3</sup>) и себестоимость перевозки 1 м<sup>3</sup> леса (в ден. ед.) представлены в таблице. Необходимо найти такой план перевозок лесоматериалов, чтобы все потребности строительных площадок были удовлетворены, все запасы вывезены и суммарные расходы на их доставку были минимальными. Задачу решить методом потенциалов.



Склады	Строительные площадки					Запасы леса на складах
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	
I	3	1	1	3	5	20
II	1	2	3	4	3	15
III	1	2	2	1	3	10
IV	2	4	5	3	0	25
Потребности строительных площадок	20	15	15	10	10	70

4. Необходимо перевезти гравий из карьеров на строительные площадки. Потребности строительных площадок в гравии (в тоннах), производственные выработки карьеров (в тоннах), а также себестоимость перевозки одной тонны гравия от каждого карьера к каждой строительной площадке (в ден. ед.) заданы в таблице. Требуется определить такой план перевозок, чтобы общие транспортные затраты были минимальными.

Карьеры	Строительные участки				Объем гравия в карьерах
	1-й	2-й	3-й	4-й	
I	2	3	6	3	140
II	4	1	2	4	160
III	3	2	5	4	120
Потребности строительных участков	120	70	80	130	420 400

5. Найти решение задачи дробно-линейного программирования

$$z = \frac{-5x_1 + 2x_2}{3x_1 + 4x_2} \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \leq N + 4, \\ 2x_1 + 3x_2 \geq N, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

## 2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Теоретические вопросы для проведения зачета

1. Предмет и задачи методов оптимизации.
2. Роль математического программирования в решении задач оптимизации.

3. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования и их эквивалентность.
4. Основная теорема линейного программирования.
5. Графический метод решения задачи линейного программирования.
6. Основная идея симплекс-метода.
7. Симплекс-таблица.
8. Признак оптимальности опорного плана задачи линейного программирования.
9. Улучшение начального опорного плана задачи линейного программирования с помощью симплексных преобразований.
10. Признак неограниченности целевой функции задачи линейного программирования.
11. Признак бесконечности множества оптимальных планов задачи линейного программирования.
12. Двойственная задача линейного программирования и ее построение для задачи линейного программирования в симметрической форме.
13. Построение двойственной задачи для задачи линейного программирования в канонической форме.
14. Соответствие между переменными взаимно двойственных задач и решение двойственной задачи.
15. Основное неравенство теории двойственности и его экономическая интерпретация.
16. Достаточный признак оптимальности взаимно двойственных задач линейного программирования.
17. Теоремы двойственности и их экономическая интерпретация.
18. Постановка и математическая модель транспортной задачи.
19. Признак разрешимости транспортной задачи.
20. Открытая и закрытая модели транспортной задачи их связь.
21. Построение начального опорного плана транспортной задачи.
22. Признак оптимальности опорного плана транспортной задачи.
23. Улучшение опорного плана транспортной задачи.
24. Задачи дробно-линейного программирования.
25. Решение задач дробно-линейного программирования.
26. Задачи дискретного программирования.
27. Методы решения задачи о назначениях.
28. Алгоритм венгерского метода.
29. Многошаговые процессы в оптимизационных задачах.
30. Метод динамического программирования.
31. Уравнения Беллмана.
32. Задача о распределении ресурсов.
33. Задача о замене оборудования