

Энгельский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б.1.3.3.2 «Математическое программирование»**

направления подготовки

09.03.04 «Программная инженерия»

профиль

«Управление разработкой программных проектов»

## Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Математическое программирование» должна сформироваться компетенция УК-1

Критерии определения сформированности компетенции на различных уровнях ее формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
УК-1	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
<b>ИД-4</b> ук-1 Применяет знания по исследованию операций для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	письменный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<b>Знает:</b> в дополнение к знаниям повышенного уровня, знает доказательства теорем <b>Умеет:</b> в дополнение к умениям повышенного уровня, умеет давать математическую постановку прикладных задач <b>Владеет:</b> в дополнение к навыкам повышенного уровня, владеет навыками решения прикладных задач применяя методы оптимизации
Повышенный (хорошо)	<b>Знает:</b> в дополнение к знаниям порогового уровня, знает формулировки теорем <b>Умеет:</b> в дополнение к умениям порогового уровня, умеет решать задачи, сочетая расчетные формулы из разных разделов <b>Владеет:</b> в дополнение к навыкам порогового уровня, владеет навыками решать задачи, сочетая расчетные формулы из разных разделов
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<b>Знать:</b> основные результаты из раздела математики исследование операций. <b>Уметь:</b> решать задачи исследования операций. <b>Владеть:</b> методами исследования операций для математического моделирования

## **2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО**

### **2.1 Оценочные средства для текущего контроля**

#### **Вопросы для письменного опроса**

##### **Тема 1. Максимальный поток на транспортной сети**

1. Орграф, вершина орграфа, дуга графа: определения, примеры
2. Полуустепени захода и исхода вершины орграфа
3. вычисление полуустепеней по элементам матрицы смежности
4. Сеть, пропускная способность ребра, поток по ребру, поток на сети: определения и примеры
5. Разрез на сети, пропускная способность разреза, поток через разрез: определения и примеры
6. Постановка задачи о максимальном потоке на сети. Теорема Форда-Фалкерсона
7. Алгоритм построения максимального потока на сети
8. Примеры задач оптимизации в сетевой постановке

##### **Тема 2. Матричные игры с седловой точкой. Матричные игры без седловой точки. Статистические матричные игры**

1. Понятие о матричных играх
2. Платежная матрица для матричной игры с нулевой суммой
3. Стратегия игрока в матричной игре
4. Мажорирование стратегий игрока в матричной игре
5. Цена игры. Игры с седловой точкой
6. Решение в чистых стратегиях для игры с седловой точкой
7. Верхняя и нижняя цена игры. Игры с без седловых точек – решение в смешанных стратегиях
8. Решение в смешанных стратегиях для игры с без седловых точек
9. Статистические игры. Критерии Байеса и Лапласа. Критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица

##### **Тема 3. Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Решение прикладных задач методами линейного программирования**

1. Понятия допустимого и оптимального решения задачи линейного программирования.
2. Несовместность системы ограничений задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
3. Неограниченность целевой функции задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
4. Каноническая форма записи задачи линейного программирования, её экономическая интерпретация.
5. Переход от стандартной формы записи задачи линейного программирования к канонической.
6. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
7. Опорные решения задачи линейного программирования. Отыскание начального опорного решения.
8. Симплекс-метод для задач линейного программирования
9. Дополнительные переменные в симплекс-методе для задач линейного программирования
10. Искусственный базис для симплекс-метода в задачах линейного программирования

## Задания для письменного опроса

### Тема 1. Максимальный поток на транспортной сети

Найти мощность максимального потока на сети с матрицей пропускных способностей

	s	2	3	4	t
s	0	2	1	3	0
2	0	0	1	0	1
3	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	2
t	0	0	0	0	0

### Тема 2. Матричные игры с седловой точкой. Матричные игры без седловой точки. Статистические матричные игры

Найти цену матричной игры 2x2 с нулевой суммой, если игра задана платежной матрицей

	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
A <sub>1</sub>	0,5	3,5
A <sub>2</sub>	3	1

### Тема 3. Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Решение прикладных задач методами линейного программирования

Найти максимальное значение целевой функции из задачи линейного программирования

$$S(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} \frac{x_1}{2} - \frac{3x_2}{2} \leq 1 \\ \frac{2x_1}{15} + \frac{x_2}{3} \leq 1 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

## Задания для выполнения лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля<sup>4</sup>

### Вопросы к экзамену:

1. Понятия допустимого и оптимального решения задачи линейного программирования.
2. Несовместность системы ограничений задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
3. Неограниченность целевой функции задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
4. Каноническая форма записи задачи линейного программирования, её экономическая интерпретация.
5. Переход от стандартной формы записи задачи линейного программирования к канонической.

6. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
7. Опорные решения задачи линейного программирования. Отыскание начального опорного решения.
8. Орграф, вершина орграфа, дуга графа: определения, примеры
9. Полустепени захода и исхода вершины орграфа, вычисление полустепеней по элементам матрицы смежности
10. Сеть, пропускная способность ребра, поток по ребру, поток на сети: определения и примеры. Разрез на сети, пропускная способность разреза, поток через разрез: определения и примеры
11. Постановка задачи о максимальном потоке на сети. Теорема Форда-Фалкерсона. Алгоритм построения максимального потока на сети
12. Понятие о матричных играх
13. Цена игры. Игры с седловой точкой – решение в чистых стратегиях
14. Верхняя и нижняя цена игры. Игры с без седловых точек – решение в смешанных стратегиях
15. Статистические игры. Критерии Байеса и Лапласа. Критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица
16. Транспортная сеть: определение, пример
17. Выпуклая линейная комбинация векторов (точек)
18. Поток на транспортной сети: определение, пример
19. Графический метод решения матричных игр с платежной матрицей размеров  $m \times 2$
20. Разрез на транспортной сети: определение, пример
21. Теорема о выпуклости множества планов задачи линейного программирования
22. Мощность потока на транспортной сети: определение, пример
23. Итерационный метод Брауна-Робинсон решения матричной игры
24. Игра как математическая модель конфликта. Основные требования к игровой модели
25. Графический метод решения матричных игр с платежной матрицей размеров  $2 \times n$
26. Матричная игра с седловой точкой. Решение в чистых стратегиях
27. Графический метод решения задачи линейного программирования
28. Матричная игра без седловых точек. решение в смешанных стратегиях
29. Постановка задачи линейного программирования. Понятие плана в линейном программировании
30. Основная теорема линейного программирования
31. Итерационный метод Брауна-Робинсон решения матричной игры
32. Матричная игра с нулевой суммой: определение, пример. Нижняя и верхняя цена игры

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме экзамена:

а) оценка «отлично» – компетенция или ее часть сформированы полностью на продвинутом уровне;

б) оценка «хорошо» – компетенция или ее часть сформированы на повышенном уровне;

в) оценка «удовлетворительно» - компетенция или ее часть сформированы на пороговом уровне;

г) оценка «неудовлетворительно» - компетенция или ее часть не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценка «неудовлетворительно» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся ответил на все теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала, в том числе и по заданиям СРС. Выполнил практические задания. Показал высокий уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в расширенных рамках учебного материала.
	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть теоретических вопросов. Показал знания в узких рамках учебного материала. Выполнил практические задания с допустимой погрешностью. Показал хороший уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.
	удовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал низкий уровень знаний и умений в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы
	неудовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал крайне низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

Компетенции<sup>1</sup>:

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции																																				
1.	4,5	<p>Найти максимальное значение целевой функции в задаче линейного программирования</p> $S(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} \frac{x_1}{4} + \frac{x_2}{6} \leq 1 \\ \frac{x_1}{6} + \frac{x_2}{3} \leq 1 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	УК-1	ИД-4 <sub>УК-1</sub> Применяет знания по исследованию операций для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности																																				
2.	2	<p>Матричная игра 2x2 с нулевой суммой задана платежной матрицей с элементами a11=0,5 a12=3,5 a21=3 a22=1 Найти цену игры</p>	УК-1	ИД-4 <sub>УК-1</sub>																																				
3.	5	<p>Найти мощность максимального потока на сети с матрицей пропускных способностей</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>s</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>t</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		s	2	3	4	t	s	0	2	1	3	0	2	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	2	t	0	0	0	0	0	УК-1	ИД-4 <sub>УК-1</sub>
	s	2	3	4	t																																			
s	0	2	1	3	0																																			
2	0	0	1	0	1																																			
3	0	0	0	0	2																																			
4	0	0	0	0	2																																			
t	0	0	0	0	0																																			

<sup>1</sup> Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции																																				
4.	14	<p>Найти максимальное значение целевой функции из задачи линейного программирования</p> $S(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} \frac{x_1}{6} + \frac{x_2}{6} \leq 1 \\ \frac{x_1}{8} + \frac{x_2}{4} \leq 1 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	УК-1	ИД-4 <sub>УК-1</sub>																																				
5.	1	<p>Матричная игра 2x2 с нулевой суммой задана платежной матрицей с элементами <math>a_{11}=0,5</math> <math>a_{12}=2</math> <math>a_{21}=2</math> <math>a_{22}=-1,5</math> Найти цену игры</p>	УК-1	ИД-4 <sub>УК-1</sub>																																				
6.	9	<p>Найти мощность максимального потока на сети с матрицей пропускных способностей</p> <table border="1" data-bbox="972 1074 1256 1307"> <tr> <td></td> <td>s</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>t</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		s	2	3	4	t	s	0	3	2	5	0	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	2	1	4	0	0	0	0	6	t	0	0	0	0	0	УК-1	ИД-4 <sub>УК-1</sub>
	s	2	3	4	t																																			
s	0	3	2	5	0																																			
2	0	0	0	0	2																																			
3	0	0	0	2	1																																			
4	0	0	0	0	6																																			
t	0	0	0	0	0																																			
7.			УК-1	ИД-4 <sub>УК-1</sub>																																				

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции																																				
	6	<p>Найти максимальное значение целевой функции из задачи линейного программирования</p> $S(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} \frac{x_1}{2} - \frac{3x_2}{2} \leq 1 \\ \frac{2x_1}{15} + \frac{x_2}{3} \leq 1 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$																																						
8.	3	<p>Матричная игра 2x2 с нулевой суммой задана платежной матрицей с элементами <math>a_{11}=5</math> <math>a_{12}=-1,5</math> <math>a_{21}=2,5</math> <math>a_{22}=4</math></p> <p>Найти цену игры</p>	<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>																																				
9.	5	<p>Найти мощность максимального потока на сети с матрицей пропускных способностей</p> <table border="1" data-bbox="972 970 1256 1209"> <tr> <td></td> <td>s</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>t</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		s	2	3	4	t	s	0	6	0	0	0	2	0	0	3	2	2	3	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	2	t	0	0	0	0	0	<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>
	s	2	3	4	t																																			
s	0	6	0	0	0																																			
2	0	0	3	2	2																																			
3	0	0	0	1	1																																			
4	0	0	0	0	2																																			
t	0	0	0	0	0																																			
10.			<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>																																				

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции																																				
	4,5	<p>Найти максимальное значение целевой функции в задаче линейного программирования</p> $S(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} \frac{x_1}{4} + \frac{x_2}{6} \leq 1 \\ \frac{x_1}{6} + \frac{x_2}{3} \leq 1 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$																																						
11.	2	<p>Матричная игра 2x2 с нулевой суммой задана платежной матрицей с элементами <math>a_{11}=0,5</math> <math>a_{12}=3,5</math> <math>a_{21}=3</math> <math>a_{22}=1</math> Найти цену игры</p>	<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>																																				
12.	5	<p>Найти мощность максимального потока на сети с матрицей пропускных способностей</p> <table border="1" data-bbox="972 938 1256 1171"> <tr> <td></td> <td>s</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>t</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		s	2	3	4	t	s	0	2	1	3	0	2	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	2	t	0	0	0	0	0	<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>
	s	2	3	4	t																																			
s	0	2	1	3	0																																			
2	0	0	1	0	1																																			
3	0	0	0	0	2																																			
4	0	0	0	0	2																																			
t	0	0	0	0	0																																			
13.			<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>																																				

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции																																				
14		<p>Найти максимальное значение целевой функции из задачи линейного программирования</p> $S(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} \frac{x_1}{6} + \frac{x_2}{6} \leq 1 \\ \frac{x_1}{8} + \frac{x_2}{4} \leq 1 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$																																						
14.	1	<p>Матричная игра 2x2 с нулевой суммой задана платежной матрицей с элементами <math>a_{11}=0,5</math> <math>a_{12}=2</math> <math>a_{21}=2</math> <math>a_{22}=-1,5</math> Найти цену игры</p>	УК-1	ИД-4 УК-1																																				
15.	9	<p>Найти мощность максимального потока на сети с матрицей пропускных способностей</p> <table border="1" data-bbox="972 1142 1256 1377"> <tr> <td></td> <td>s</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>t</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		s	2	3	4	t	s	0	3	2	5	0	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	2	1	4	0	0	0	0	6	t	0	0	0	0	0	УК-1	ИД-4 УК-1
	s	2	3	4	t																																			
s	0	3	2	5	0																																			
2	0	0	0	0	2																																			
3	0	0	0	2	1																																			
4	0	0	0	0	6																																			
t	0	0	0	0	0																																			
16.			УК-1	ИД-4 УК-1																																				

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции																																				
	6	<p>Найти максимальное значение целевой функции из задачи линейного программирования</p> $S(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} \frac{x_1}{2} - \frac{3x_2}{2} \leq 1 \\ \frac{2x_1}{15} + \frac{x_2}{3} \leq 1 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$																																						
17.	3	<p>Матричная игра 2x2 с нулевой суммой задана платежной матрицей с элементами <math>a_{11}=5</math> <math>a_{12}=-1,5</math> <math>a_{21}=2,5</math> <math>a_{22}=4</math></p> <p>Найти цену игры</p>	<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>																																				
18.	5	<p>Найти мощность максимального потока на сети с матрицей пропускных способностей</p> <table border="1" data-bbox="972 970 1256 1204"> <tr> <td></td> <td>s</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>t</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		s	2	3	4	t	s	0	6	0	0	0	2	0	0	3	2	2	3	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	2	t	0	0	0	0	0	<b>УК-1</b>	<b>ИД-4</b> <small>УК-1</small>
	s	2	3	4	t																																			
s	0	6	0	0	0																																			
2	0	0	3	2	2																																			
3	0	0	0	1	1																																			
4	0	0	0	0	2																																			
t	0	0	0	0	0																																			