

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет**

Кафедра высшей математики

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ В ЭКОНОМИКЕ

*Методические указания к самостоятельным работам
для студентов бакалавриата направления 38.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021**

УДК 517.1+517.2(073)

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА. Прикладные задачи в экономике:
Методические указания к самостоятельным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *Л.Г.Русина, Ю.С.Романова*. СПб, 2021. 18 с.

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Предлагаемые задачи имеют сравнительно небольшую размерность и не требуют громоздких вычислений. Предполагается, что решение задач будет выполнено личными расчетами. Вместе с тем, в учебных целях студентам экономических специальностей рекомендовано проверить правильность решения задач с помощью вычислительной техники.

Содержат задания для самостоятельной работы по дисциплине «Линейная алгебра» для студентов бакалавриата направления 38.03.01

Научный редактор проф. *А.П. Господариков*

Рецензент к.п.н., доцент *Е.А.Рябокоть* (ФГКВОУ ВО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М.Буденного»)

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего образования.

Методические указания содержат задания для самостоятельной работы по дисциплине «Линейная алгебра» для бакалавров по направлению подготовки 38.03.01.

Цель предлагаемых методических указаний – помочь студентам приобрести навыки использования методов линейной алгебры к решению прикладных экономических задач.

1. ЭЛЕМЕНТЫ МАТРИЧНОГО И ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА

Основные теоретические сведения по используемому учебному материалу и примеры разобранных задач можно найти в [7].

Задача 1. В табл. 1 представлены матрицы А и В:

А – данные о дневной производительности пяти предприятий, выпускающих четыре вида продукции;

В – матрица затрат сырья на единицу изделия;

Р – вектор стоимости сырья;

Т – вектор количества рабочих дней в году.

Требуется определить:

1. Годовую производительность каждого предприятия по каждому виду изделий.

2. Годовую потребность каждого предприятия по каждому виду сырья.

3. Годовую сумму кредитования каждого предприятия для закупки сырья, необходимого для выпуска изделий указанных видов и при определенном количестве рабочих дней.

Таблица 1

Номер варианта	Параметры задачи
1	$A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 & 6 & 7 \\ 4 & 2 & 3 & 6 & 7 \\ 7 & 3 & 0 & 1 & 4 \\ 6 & 2 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 4 \\ 3 & 5 & 4 & 6 \\ 4 & 6 & 5 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (35 \quad 40 \quad 45) \quad T = (200 \quad 160 \quad 170 \quad 150 \quad 140)$
2	$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 5 & 6 \\ 3 & 1 & 2 & 5 & 6 \\ 6 & 2 & 1 & 0 & 5 \\ 5 & 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 & 3 \\ 2 & 6 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (30 \quad 40 \quad 50) \quad T = (210 \quad 180 \quad 150 \quad 140 \quad 130)$

3	$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 6 & 5 \\ 4 & 1 & 3 & 4 & 7 \\ 6 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 6 & 1 & 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 7 & 4 & 5 \\ 2 & 6 & 3 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (55 \ 45 \ 65) \quad T = (250 \ 260 \ 270 \ 250 \ 240)$
4	$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 & 4 & 6 \\ 1 & 1 & 4 & 5 & 3 \\ 6 & 6 & 1 & 2 & 5 \\ 8 & 1 & 1 & 3 & 5 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 & 3 \\ 2 & 7 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 3 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (35 \ 50 \ 60) \quad T = (240 \ 170 \ 160 \ 130 \ 110)$
5	$A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 & 6 & 7 \\ 4 & 2 & 3 & 5 & 7 \\ 3 & 3 & 2 & 1 & 4 \\ 6 & 8 & 2 & 7 & 3 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 7 & 4 & 5 \\ 2 & 6 & 3 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (70 \ 95 \ 105) \quad T = (230 \ 270 \ 280 \ 290 \ 250)$
6	$A = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 1 & 1 & 5 \\ 3 & 1 & 8 & 4 & 5 \\ 6 & 2 & 1 & 3 & 3 \\ 6 & 8 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 4 \\ 3 & 8 & 4 & 6 \\ 7 & 6 & 2 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (60 \ 40 \ 70) \quad T = (300 \ 310 \ 320 \ 315 \ 305)$
7	$A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 1 & 6 & 5 \\ 4 & 5 & 3 & 8 & 7 \\ 1 & 3 & 4 & 1 & 3 \\ 6 & 1 & 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 4 & 6 \\ 2 & 6 & 2 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (75 \ 95 \ 105) \quad T = (250 \ 230 \ 170 \ 210 \ 240)$
8	$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 3 & 4 & 7 \\ 1 & 3 & 4 & 6 & 3 \\ 4 & 6 & 3 & 2 & 1 \\ 8 & 2 & 1 & 4 & 5 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 3 \\ 1 & 7 & 5 & 4 \\ 4 & 6 & 3 & 6 \end{pmatrix}$ $P = (60 \ 80 \ 90) \quad T = (170 \ 185 \ 190 \ 195 \ 210)$

9	$A = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 7 & 6 & 7 \\ 4 & 3 & 2 & 5 & 7 \\ 7 & 3 & 0 & 1 & 4 \\ 6 & 1 & 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 4 \\ 3 & 6 & 4 & 7 \\ 4 & 3 & 8 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (15 \ 20 \ 35) \quad T = (255 \ 200 \ 170 \ 190 \ 195)$
10	$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 3 & 6 \\ 0 & 2 & 1 & 0 & 5 \\ 5 & 1 & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}$ $P = (60 \ 70 \ 80) \quad T = (180 \ 180 \ 196 \ 175 \ 190)$

Задача 2. Предприятие выпускает три вида продукции, используя два вида сырья (см.табл.2). Нормы расхода сырья характеризуются матрицей А.

Определить:

а) затраты сырья, необходимого для осуществления выпуска товаров, заданного матрицей С;

б) стоимость всего затраченного сырья, если стоимость каждого вида сырья (в расчете на единицу) определено матрицей Р.

Таблица 2

Номер варианта	Параметры задачи		
1	$A = \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 1 & 3 \\ 5 & 4 \end{pmatrix}$	C = (180; 130; 90)	P = (40 ; 50)
2	$A = \begin{pmatrix} 5 & 3 \\ 0 & 1 \\ 4 & 4 \end{pmatrix}$	C = (150; 120; 80)	P = (20 ; 30)
3	$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 6 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$	C = (130; 120; 140)	P = (80 ; 70)

4	$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 5 & 1 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$	$C = (170; 190; 200)$	$P = (30 ; 40)$
5	$A = \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 1 \\ 5 & 4 \end{pmatrix}$	$C = (130; 140; 150)$	$P = (50 ; 60)$
6	$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 3 & 1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$	$C = (140; 120; 90)$	$P = (70 ; 90)$
7	$A = \begin{pmatrix} 5 & 5 \\ 2 & 1 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$	$C = (160; 130; 120)$	$P = (80 ; 90)$
8	$A = \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \\ 4 & 4 \end{pmatrix}$	$C = (160; 140; 140)$	$P = (70 ; 90)$
9	$A = \begin{pmatrix} 5 & 3 \\ 1 & 0 \\ 4 & 4 \end{pmatrix}$	$C = (170; 180; 70)$	$P = (50 ; 30)$
10	$A = \begin{pmatrix} 5 & 3 \\ 4 & 3 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$	$C = (110; 140; 160)$	$P = (70 ; 50)$

Задача 3. В табл. 3 приведены данные об исполнении баланса за отчетный период, усл. ед.:

Таблица 3

Отрасли	Потребление			Конечный продукт	Валовый продукт
	S1	S2	S3		
S1	$3+n$	$8+n$	$9+n$	$80+n$	$100+2n$
S2	$5+n$	$7+n$	$10+n$	$98+n$	$120+2n$
S3	$7+n$	$9+n$	$12+n$	$122+n$	$150+2n$

(Здесь n -порядковый номер студента в журнале группы)

Требуется:

1. Составить матрицу прямых затрат и проверить ее продуктивность.
2. Вычислить объемы конечного продукта при увеличении валового выпуска первой отрасли на 100 % второй - на 50% и третьей - на 30%.
3. Вычислить необходимый объем валового выпуска каждой отрасли, если конечное потребление отрасли S1 увеличить в 2 раза, отрасли S2 – на 10%, и отрасли S3 - на 50 у.е.

Задача 4. Пусть экономическая система состоит из двух отраслей - промышленности и сельского хозяйства (см. табл.4).

Пусть A - матрица прямых затрат;

\bar{v} - вектор норм добавленной стоимости.

Определить равновесные цены при увеличении добавленной стоимости.

Таблица 4

Номер варианта	Параметры задачи	
1	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,5 \\ 0,3 & 0,4 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 6 \\ 12 \end{pmatrix}$
2	$A = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,5 \\ 0,3 & 0,4 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 10 \\ 20 \end{pmatrix}$
3	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,3 \\ 0,8 & 0,4 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 4 \\ 8 \end{pmatrix}$
4	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,5 \\ 0,3 & 0,4 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 6 \\ 10 \end{pmatrix}$

5	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,6 & 0,3 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \end{pmatrix}$
6	$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,5 \\ 0,3 & 0,4 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 9 \\ 13 \end{pmatrix}$
7	$A = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,4 \\ 0,4 & 0,5 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 12 \\ 16 \end{pmatrix}$
8	$A = \begin{pmatrix} 0,7 & 0,5 \\ 0,3 & 0,3 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 4 \\ 8 \end{pmatrix}$
9	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,5 \\ 0,8 & 0,4 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}$
10	$A = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,6 \\ 0,4 & 0,3 \end{pmatrix}$	$\bar{v} = \begin{pmatrix} 7 \\ 12 \end{pmatrix}$

Задача 5. Пусть A – структурная матрица торговли трех стран. Найти бюджеты этих стран, удовлетворяющие бездефицитной торговле, при условии, что сумма бюджетов этих стран составляет B у.е. (табл.5)

Таблица 5

Номер варианта	Параметры задачи	
1	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,3 & 0,1 \\ 0,3 & 0,4 & 0,2 \\ 0,4 & 0,3 & 0,5 \end{pmatrix}$	$B = 2000$
2	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,3 & 0,1 \\ 0,3 & 0,3 & 0,2 \\ 0,4 & 0,3 & 0,4 \end{pmatrix}$	$B = 1600$
3	$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,3 & 0,5 \\ 0,3 & 0,4 & 0,2 \\ 0,2 & 0,3 & 0,2 \end{pmatrix}$	$B = 1500$
4	$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,2 & 0,1 \\ 0,2 & 0,3 & 0,2 \\ 0,4 & 0,3 & 0,4 \end{pmatrix}$	$B = 1800$
5	$A = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,3 & 0,4 \\ 0,3 & 0,3 & 0,2 \\ 0,2 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix}$	$B = 1900$
6	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,2 & 0,1 \\ 0,4 & 0,4 & 0,2 \\ 0,2 & 0,1 & 0,6 \end{pmatrix}$	$B = 2100$
7	$A = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,5 & 0,3 \\ 0,4 & 0,4 & 0,2 \\ 0,4 & 0,2 & 0,4 \end{pmatrix}$	$B = 2200$
8	$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,3 & 0,3 \\ 0,3 & 0,4 & 0,2 \\ 0,4 & 0,3 & 0,5 \end{pmatrix}$	$B = 2300$

9	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,3 & 0,3 \\ 0,4 & 0,5 & 0,2 \\ 0,2 & 0,1 & 0,5 \end{pmatrix}$	B= 2400
10	$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,3 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 0,1 \\ 0,3 & 0,3 & 0,5 \end{pmatrix}$	B= 2500

2. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ МАТРИЧНЫХ ИГР

Задача 6. Постановка задачи. После нескольких лет эксплуатации промышленное оборудование оказывается в одном из следующих состояний: 1) оборудование может использоваться в очередном году после профилактического ремонта; 2) для безаварийной работы оборудования в дальнейшем следует заменить отдельные его детали и узлы; 3) оборудование требует капитального ремонта или замены. В зависимости от сложившейся ситуации руководство предприятия в состоянии принять такие решения:

1) отремонтировать оборудование силами заводских специалистов, что потребует, в зависимости от обстановки, затрат, равных a_1 , a_2 и a_3 денежных единиц;

2) вызвать специальную бригаду ремонтников, расходы в этом случае составляют b_1 , b_2 и b_3 денежных единиц;

3) заменить оборудование новым, реализовав устаревшее оборудование по его остаточной стоимости. Совокупные затраты в результате этого мероприятия будут равны, соответственно c_1 , c_2 и c_3 денежных единиц. Указанные выше расходы предприятия включают, кроме стоимости ремонта и заменяемых деталей и узлов, убытки, вызванные ухудшением качества выпускаемой продукции, простоем неисправного оборудования, а так же затраты на установку и отладку нового оборудования. Требуется:

1) придать описанной ситуации игровую схему, установить характер игры и выявить ее участников, указать возможные чистые стратегии игроков;

2) составить платежную матрицу;

3) выяснить, какое решение о работе оборудования в предстоящем году целесообразно рекомендовать руководству предприятия, чтобы минимизировать потери при следующих предположениях:

а) накопленный на предприятии опыт эксплуатации аналогичного оборудования показывает, что вероятности указанных выше состояний оборудования равны, соответственно, q_1 , q_2 , q_3 ;

б) имеющийся опыт свидетельствует о том, что все три возможных состояния оборудования равновероятны;

в) о вероятностях состояний оборудования ничего определенного сказать нельзя.

Все необходимые числовые данные приведены в табл. 6.

Таблица 6

Параметры задачи	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1	5	4	7	6	9	10	8	7	10	13
a_2	11	6	11	10	12	8	11	12	17	9
a_3	9	9	9	15	10	13	7	20	13	15
b_1	7	5	6	15	7	18	15	15	12	20
b_2	12	3	8	9	14	14	10	11	15	12
b_3	6	7	16	18	9	10	16	17	9	11
c_1	15	20	21	13	15	25	12	23	21	18
c_2	10	15	10	24	11	12	9	9	8	10
c_3	16	6	12	12	18	9	18	13	14	14
q_1	0,30	0,40	0,15	0,15	0,20	0,35	0,35	0,15	0,35	0,30
q_2	0,50	0,45	0,60	0,55	0,65	0,45	0,50	0,65	0,55	0,45
q_3	0,20	0,15	0,25	0,30	0,15	0,20	0,15	0,20	0,10	0,25
γ	0,70	0,90	0,50	0,80	0,60	0,80	0,70	0,90	0,60	0,70

Задача 7. Постановка задачи. Предприятие имеет возможность самостоятельно планировать объем выпуска неосновной сезонной продукции I, II, III. Не проданная в течение сезона часть продукции позднее реализуется полностью по сниженной цене. Данные о себестоимости продукции, отпускных ценах и объемах реализации в зависимости от уровня спроса приведены в табл. 7.

Таблица 7

Вид продукции	Себестоимость единицы продукции	Отпускная цена за единицу продукции		Объем реализации (тыс. ед.) при уровне спроса		
		в течение сезона	после уценки	повышенном	среднем	пониженным
I	d_1	p_1	q_1	a_1	b_1	c_1
II	d_2	p_2	q_2	a_2	b_2	c_2
III	d_3	p_3	q_3	a_3	b_3	c_3

Требуется:

- 1) придать описанной ситуации игровую схему, выявить участников игры и установить ее характер, указать допустимые стратегии сторон;
- 2) вычислить элементы платежной матрицы и составить ее;
- 3) дать обоснованные рекомендации об объемах выпуска продукции по видам, обеспечивающих предприятию наивысшую сумму прибыли.

Указание. Для уменьшения размерности платежной матрицы следует ограничиться исследованием лишь тех трех ситуаций, когда одновременно на все три вида продукции уровень спроса одинаков: повышенный (состояние Π_1), средний (состояние Π_2), пониженный (состояние Π_3).

Все необходимые числовые данные приведены в таблице 8.

Таблица 8

Параметры задачи	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_1	1,3	1,5	2,2	0,7	3,4	1,8	3,2	2,6	3,8	4,4
d_2	1,7	2,1	1,6	2,4	1,7	2,5	1,8	3,7	2,6	2,1
d_3	0,9	1,4	3,4	1,8	2,5	0,9	2,7	1,5	3,2	3,5
p_1	2,6	2,3	3,7	1,8	4,5	2,7	4,7	3,4	4,7	5,2
p_2	3,0	3,4	2,4	3,7	2,8	3,8	2,5	4,2	3,9	3,5
p_3	1,8	2,8	4,5	2,5	3,2	1,5	3,8	2,8	4,5	4,7
q_1	2,1	1,8	3,2	1,2	3,2	1,4	3,5	2,8	3,5	4,1

q_2	1,8	2,2	1,6	2,5	1,4	2,8	1,2	3,2	2,8	2,6
q_3	0,7	1,6	3,2	1,2	1,8	0,8	2,1	1,7	3,2	3,2
a_1	19	22	17	28	18	24	36	14	26	38
a_2	2	32	18	19	36	24	46	38	42	16
a_3	32	44	29	37	26	41	18	24	28	39
b_1	14	17	12	16	13	17	25	8	16	22
b_2	16	18	9	20	19	14	28	22	29	9
b_3	18	28	17	21	14	22	12	13	17	24
c_1	8	2	6	7	5	9	10	5	8	12
c_2	7	10	4	8	9	7	12	9	10	4
c_3	9	13	8	10	6	9	5	7	11	13

Задача 8. Постановка задачи. За некоторый период времени на предприятии потребление исходного сырья S в зависимости от его качества составляет b_1 , b_2 , b_3 или b_4 единиц. Если для выпуска запланированного объема основной продукции сырья S окажется недостаточно, то запас его можно пополнить, что потребует дополнительных затрат в сумме c_1 единиц в расчете на единицу сырья. Если же запас сырья превысит потребности, то дополнительные затраты на содержание и хранение остатка составят c_2 единиц в расчете на единицу сырья. Требуется:

1) придать описанной ситуации игровую схему, выявить участников игры и установить ее характер, указать допустимые стратегии сторон;

2) вычислить элементы платежной матрицы и составить ее;

3) дать обоснованные рекомендации об оптимальном уровне запаса сырья, при котором дополнительные затраты на приобретение, содержание и хранение сырья будут минимальны при следующих предложениях:

а) вероятности q_1 , q_2 , q_3 , q_4 потребности в сырье в количестве, соответственно b_1 , b_2 , b_3 , b_4 единиц известны;

б) потребление сырья в количествах b_1, b_2, b_3, b_4 единиц представляется равновероятным;

в) о вероятностях потребления сырья ничего определенного сказать нельзя.

Все необходимые числовые данные приведены в табл. 9.

Таблица 9

Параметры задачи	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
b_1	12	10	8	15	9	6	20	13	10	8
b_2	14	11	9	17	10	8	21	15	12	10
b_3	16	12	10	19	11	10	22	17	14	12
b_4	18	13	11	21	12	12	23	9	16	14
c_1	5	8	7	4	6	5	2	9	3	5
c_2	7	4	3	9	2	8	4	7	6	8
q_1	0,25	0,15	0,20	0,25	0,10	0,15	0,20	0,10	0,20	0,15
q_2	0,30	0,30	0,25	0,45	0,30	0,30	0,30	0,35	0,25	0,25
q_3	0,25	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,35	0,35	0,40	0,20
q_4	0,20	0,15	0,15	0,10	0,20	0,15	0,15	0,20	0,15	0,40
γ	0,60	0,80	0,70	0,90	0,80	0,60	0,90	0,70	0,80	0,60

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волков И.К., Загоруйко Е.А.* Исследование операций: Учебник для вузов/Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 436 с.
2. *Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н.* Математические методы в экономике: Учебник. – М. МГУ им. М.В. Ломоносова; ДИС, 1997. – 368 с.
3. *Костина О.И.* Задачи и методы математического программирования: В 2 ч.: Учебно-метод. пособие. – Череповец: ЧГУ, 2004, 2005.
4. *Таха Х.* Введение в исследование операций: В 2 кн./ Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
5. *Хазанова Л.Э.* Математическое моделирование в экономике: Учеб. пособие. – М.: БЕК, 1998. – 141 с.
6. *Эддоус М., Стэнсфилд Р.* Методы принятия решений./ Пер. с англ., под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 590 с.
7. *Русина Л.Г., Романова Ю.С.* Линейная алгебра. Решение экономических задач: Методические указания для практических занятий - СПб: СПбГУ, 2021.

Содержание

Введение	3
1. Элементы матричного и векторного анализа.....	4
2. Элементы теории матричных игр	12
Библиографический список.....	17

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА
ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ В ЭКОНОМИКЕ

*Методические указания к самостоятельным работам
для студентов бакалавриата направления 38.03.01*

Сост. *Л.Г.Русина, Ю.С.Романова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
высшей математики

Ответственный за выпуск *Л.Г.Русина*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 02.09.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,0. Усл.кр.-отт. 1,0. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 75 экз. Заказ 775 .

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2