



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра «Строительная механика и теория сооружений»

**Методические указания**  
о порядке выполнения расчетно-графической  
работы по дисциплине «Теория расчета  
пластин и оболочек»

**«Расчет на изгиб прямоугольной  
пластины методом конечных раз-  
ностей»**

Авторы  
Языев Б.М.,  
Демченко Д.Б.,  
Маяцкая И.А.,  
Чепурненко А.С.

Ростов-на-Дону, 2024

## Аннотация

Расчет на изгиб прямоугольной пластины методом конечных разностей: методические указания предназначены для проведения практической работы по дисциплине «Теория расчета пластин и оболочек» для обучающихся по техническим направлениям подготовки (специальностям).

Настоящие методические указания включают задания для выполнения расчетно-графической работы для студентов, изучающих курс «Теория расчета пластин и оболочек».

## Авторы

докт. техн. наук, профессор кафедры «Сопротивление материалов»  
Языев Б.М.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Сопротивление материалов»  
Демченко Д.Б.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Сопротивление материалов»  
Маяцкая И.А.

канд. техн. наук, ст. преп. кафедры «Сопротивление материалов»  
Чепурненко А.С.





## Оглавление

<b>Задание .....</b>	<b>4</b>
----------------------	----------

### ЗАДАНИЕ

Для заданной прямоугольной пластины:

1. Составить матрицы нагрузки.
2. Составить конечно-разностные уравнения для каждого внутреннего узла сетки с учетом граничных условий;
3. Составить систему уравнений в матричной форме:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \cdot & \cdot & a_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{pmatrix}; \quad B = \frac{1}{D} \cdot \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{pmatrix},$$

где  $A$  – матрица коэффициентов системы уравнений;  $W$  – матрица прогибов;  $B$  – матрица свободных членов системы уравнений.

$$W = \frac{1}{D} A^{-1} \cdot B$$

4. Решить систему уравнений:
5. Изобразить изогнутую срединную поверхность пластины;
6. Построить эпюры изгибающего момента  $M_x$  в сечении  $y = b/2$ ;  $0 \leq x \leq a$  и изгибающего момента  $M_y$  в сечении  $x = a/2$ ;  $0 \leq y \leq b$ ;
7. Определить значения максимальных нормальных напряжений  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$ .
8. Построить эпюры крутящих моментов для шарнирно закрепленных граней пластины.
9. Определить значение максимального касательного напряжения.
10. Данные для расчета взять из таблиц исходных данных. Вариант задания выдается преподавателем.

Таблица исходных данных:

Вариант 1.1

№№ п/п	Размер м			Материал	Удельный вес $\gamma$ кН/м <sup>3</sup>	Упругие постоянные		Нагрузка		Схема пластины, вариант нагружения
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>			<i>E</i> МПа	$\mu$	<i>q</i> кН/м <sup>2</sup>	<i>F</i> кН	
1	5,4	3,6	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	30	
2	3,6	2,4	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	20	35	
3	2,7	1,8	0,05	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	25	40	
4	5,4	3,8	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	30	40	
5	2,4	1,6	0,04	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	30	45	
6	6,0	4,0	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$		25	45	
7	3,0	2,0	0,05	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	50	

8	6,3	4,2	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	50	
9	3,3	2,2	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	20	45	
10	6,6	4,4	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	55	
11	3,9	2,6	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	25	40	
12	6,9	4,6	0,20	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	15	60	
13	4,2	2,8	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	25	35	
14	7,2	4,8	0,20	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	25	65	
15	4,5	3,0	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	20	30	

16	7,5	5,0	0,20	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	30	70	
17	4,8	3,2	0,07	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	25	
18	7,8	5,2	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	25	75	
19	5,1	3,4	0,07	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	10	20	
20	8,1	5,4	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	80	
21	5,4	3,6	0,07	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3		25	
22	8,4	5,6	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	85	
23	5,7	3,8	0,08	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	20	

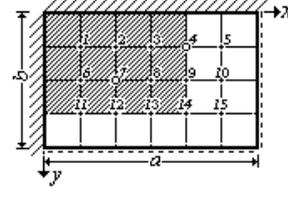
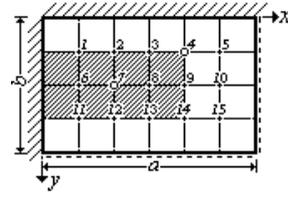
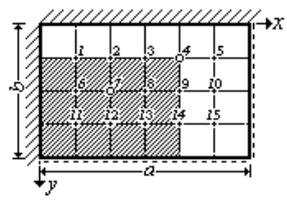
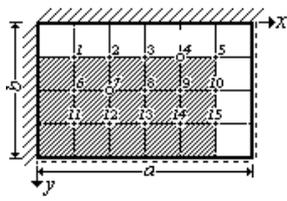
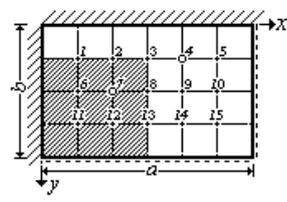
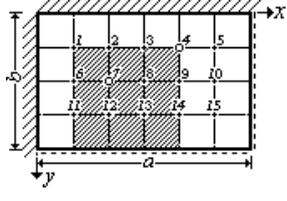
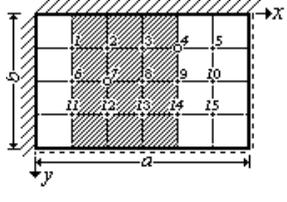
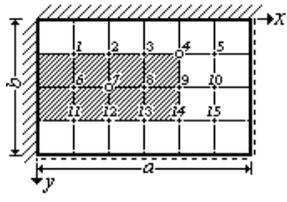
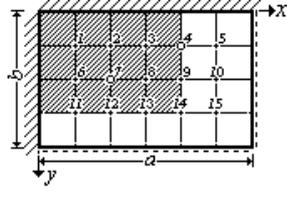
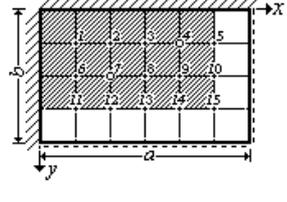
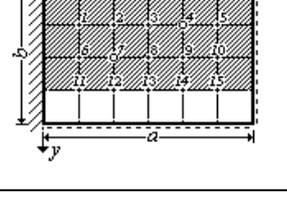
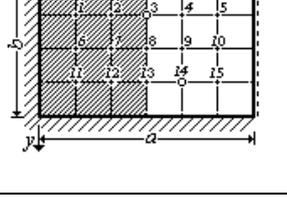
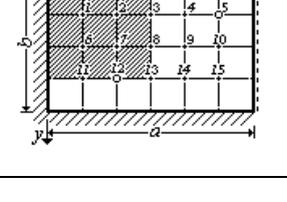
24	8,7	5,8	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	25	90	
25	6,3	4,2	0,08	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	25	

Таблица 1.2

№ № п/п	Размер м			Материал	Удельный вес $\gamma$ кН/м <sup>3</sup>	Упругие постоянные		Нагрузка		Схема пластины, вариант нагружения
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>			<i>E</i> МПа	$\mu$	<i>q</i> кН/м <sup>2</sup>	<i>F</i> кН	
1	5,25	3,5	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	30	
2	3,75	2,5	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	20	35	
3	2,85	1,9	0,05	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	25	40	
4	5,85	3,9	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	30	40	

5	2,55	1,7	0,04	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	30	45	
6	6,15	4,1	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$		25	45	
7	3,15	2,1	0,05	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	50	
8	6,45	4,3	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	50	
9	3,45	2,3	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	20	45	
10	6,75	4,5	0,18	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	55	
11	4,05	2,7	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	25	40	

12	7,05	4,7	0,20	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	15	60	
13	4,35	2,9	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	25	35	
14	7,35	4,9	0,20	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	25	65	
15	4,65	3,1	0,06	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	20	30	
16	7,65	5,1	0,20	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	30	70	
17	4,95	3,3	0,07	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	25	
18	7,8	5,2	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	25	75	
19	5,1	3,4	0,07	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	10	20	

20	8,1	5,4	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	80	
21	5,4	3,6	0,07	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3		25	
22	8,4	5,6	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	20	85	
23	5,7	3,8	0,08	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	20	
24	8,7	5,8	0,24	Ж/бетон	24	$25 \cdot 10^3$	1/6	25	90	
25	6,3	4,2	0,08	Сталь	78	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	15	25	