

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
И ОБРАЗОВАНИЯ

---



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Кафедра сопротивления материалов

Утверждаю.  
Проректор по УР  
А.Патрушев

## **РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО БРУСА ПРИ СЛОЖНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ**

**в программных продуктах  
MathCAD, SCAD и MSC.Patran-Nastran-2005**

Методические указания

Челябинск  
2008

Методические указания предназначены для студентов 2-го курса специальности **190206 «Сельскохозяйственные машины и оборудование»** направления **190200** – «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы», изучающих курс «Сопротивление материалов».

На примере программ **MathCAD, SCAD и MSC.Patran-Nastran-2005** реализуется идея использования уже на младших курсах на факультетах сельскохозяйственного машиностроения современных проектно-вычислительных комплексов, применяемых в инженерной практике для расчетов и проектирования строительных и машиностроительных конструкций. Приведена инструкция по использованию программ **MathCAD, SCAD и MSC.Patran-Nastran-2005** при решении задач прочности пространственного бруса при сложном сопротивлении.

Методические указания могут быть полезны студентам всех курсов специальности 190206 «Сельскохозяйственные машины и оборудование», аспирантам и инженерно-техническим работникам АПК.

Составитель

**Жилкин В.А.** - докт.техн.наук, профессор (ЧГАУ)

Рецензенты

*Сапожников С.Б.* - докт. техн. наук, проф. (ЮУрГУ)

*Рахимов Р.С.* - докт. техн. наук, проф. (ЧГАУ)

Печатается по решению редакционно-издательского совета ЧГАУ

© ФГОУ ВПО "Челябинский государственный агроинженерный университет", 2008.

# РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО БРУСА ПРИ СЛОЖНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ<sup>1</sup>

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ<sup>2</sup>

Дано:

- 1) схема пространственного бруса;
- 2) длины его участков;
- 3) форма поперечного сечения на каждом участке; основными формами поперечных сечений являются: круглая, квадратная и прямоугольная;
- 4) расположение и значение внешних сил;
- 5) значение допускаемого напряжения  $[\sigma]$  для материала системы на растяжение и сжатие.

Требуется:

- 1) построить эпюры нормальной силы  $N$ , крутящего момента  $M_k$  и изгибающих моментов  $M_y$  и  $M_z$  относительно главных центральных осей поперечных сечений;
- 2) определить положение нейтральной оси в наиболее нагруженном сечении;
- 3) подобрать размеры указанных форм поперечных сечений на каждом участке бруса и проверить их прочность;
- 4) определить перемещения границ участков пространственного бруса.

Примечание

*Вычисления выполнить в системах **MathCAD**, **SCAD** и **MSC.Patran**.  
Результаты решения, полученные в системах **SCAD** и **MSC.Patran**,  
использовать как контрольные для проверки правильности решения за-  
дачи в системе **MathCAD**.*

## Варианты заданий

Необходимые для расчета данные приведены в табл.1. Варианты заданий обозначены двумя цифрами, разделенными точкой. Первая цифра варианта указывает номер расчетной схемы стержневой системы на *рис.1*.

---

<sup>1</sup> Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. – М.: Высш. шк., 1989. – 624 с.; Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. – Киев: Наук. думка, 1988. – 736 с.; Тимошенко С.П. Механика материалов. – М.: Мир, 1976. – 670 с.; Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 560 с.; Окопный Ю.А., Радин В.П., Чирков В.П. Механика материалов и конструкций. М.: Машиностроение, 2002. – 436 с.; Жилкин В.А. Расчеты на прочность и жесткость элементов сельскохозяйственных машин. Челябинск, ЧГАУ, 2005. – 435 с.; Жилкин В.А. Элементы прикладной и строительной механики сельхозмашин. Челябинск, ЧГАУ, 2007. – 350 с.; Сборник задач по сопротивлению материалов с теорией и примерами / Под ред. А.Г. Горшкова, Д.В. Тарлаковского. – М.: Физматлит. 2003. – 632 с.

<sup>2</sup> Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов / Ф.З. Алмаметов, С.И. Арсеньев, С.А. Ергалычев и др. – М.: Высш. шк., 1992. – 320 с.

Таблица 1

№ варианта	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН	$q$ , кН/м	$L_1$ , м	$L_2$ , м	$L_3$ , м	$L_4$ , м	$[\sigma]$ , МПа	$b/h$
1.1	4	2	6		1	1	1	1	100	0.5
1.2	5	3	8		1.2	0.8	1	0.8	120	1/3
1.3	3	1.5	3		1	1.2	0.8	1.2	100	0.25
1.4	6	4	8		1.4	1.4	1.4	1.4	160	0.5
2.1	2	3		1	1	1.5	2	3	100	2
2.2	3	4		2	1.2	2	2.5	3	120	1.5
2.3	4	5		3	1.5	1.8	3	3	140	3
2.4	6	10		4	2	2	3	4	160	4
3.1	4	6	4		0.5	0.5	1	0.5	100	2
3.2	2	8	6		1	1	2	1	120	3
3.3	3	4	8		0.8	1	2	1.5	140	4
3.4	6	8	10		1	2	2.2	3	160	1.5
4.1	3	2		4	2	2	1	1	100	2
4.2	4	3		5	3	2	2	2	120	1.5
4.3	5	2		6	4	3	2	3	140	3
4.4	6	3		8	3	2	1	3	160	4
5.1	2	6	2		1	2	3	4	100	3
5.2	3	8	3		2	3	2	5	120	2
5.3	4	5	2		2	4	4	6	140	4
5.4	6	10	4		4	3	2	3	160	1.5
6.1	8	4		2	0.6	1	2	4	100	2
6.2	6	4		1	1	2	1	3	120	3
6.3	8	6		2	0.8	1	2	5	140	4
6.4	10	6		4	1	3	4	6	160	1.5
7.1	2	4		8	1	1.5	1	2	100	3
7.2	4	6		6	1.5	1	2	3	120	2
7.3	6	8		4	2	1.5	1.5	3	140	4
7.4	8	10		8	3	2	2	4	160	1.5
8.1	4	4		6	1	0.5	1	2	100	4
8.2	8	6		4	2	1	2	3	120	3
8.3	6	8		8	3	2	1	2	140	1.5
8.4	8	10		6	2	1	3	2	160	2
9.1	2	4		8	1	1	2	3	100	3
9.2	4	6		6	1.5	2	3	4	120	2
9.3	6	8		8	1	2	3	2	140	4
9.4	8	6		4	2	3	2	4	160	1.5
10.1	4	3	5		0.6	0.4	0.8	1	100	3
10.2	6	2	4		0.4	0.5	0.6	1.2	120	2
10.3	8	6	2		0.5	0.3	0.4	1	140	4
10.4	10	8	3		0.3	0.4	0.5	0.8	160	1.5
11.1	2	4		8	0.4	1	1.2	0.8	100	2
11.2	6	5		6	0.5	1.2	0.8	1	120	1.5
11.3	3	6		8	0.6	1	0.6	1.2	140	4
11.4	4	8		10	0.8	0.6	1	1.5	160	3
12.1	5	3		8	0.4	0.6	1.2	0.5	100	3
12.2	4	6		6	0.6	0.4	0.6	0.6	120	4
12.3	6	4		8	0.8	0.5	1	0.8	140	1.5

№ варианта	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН	$q$ , кН/м	$L_1$ , м	$L_2$ , м	$L_3$ , м	$L_4$ , м	$[\sigma]$ , МПа	$b/h$
12.4	5	3		6	0.5	0.6	0.8	1	160	2
13.1	3	4	5		0.8	0.4	0.6	0.8	100	3
13.2	5	6	4		0.5	0.6	0.8	1	120	2
13.3	4	5	6		0.6	0.5	1	1.2	140	1.5
13.4	6	8	5		0.4	0.6	1.2	1.5	160	2
14.1	4	3	6		1	0.5	1	0.5	100	3
14.2	6	4	5		0.8	0.6	1.2	1	120	1.5
14.3	5	5	4		0.6	0.4	1	0.8	140	4
14.4	8	5	6		1	0.8	1.4	0.5	160	1.5
15.1	3	6	8		1	1.2	0.5	1.5	100	1.5
15.2	4	8	10		0.8	1	0.8	1.6	120	4
15.3	6	10	8		0.6	0.5	1	0.8	140	3
15.4	8	6	5		0.5	1	0.8	1	160	2
16.1	3	6	4		0.6	1.2	0.5	0.8	100	1.5
16.2	4	8	5		0.4	1.5	0.3	1	120	2
16.3	6	10	3		0.5	1.4	0.4	1.2	140	3
16.4	3	8	2		0.8	1.6	0.5	0.6	160	4

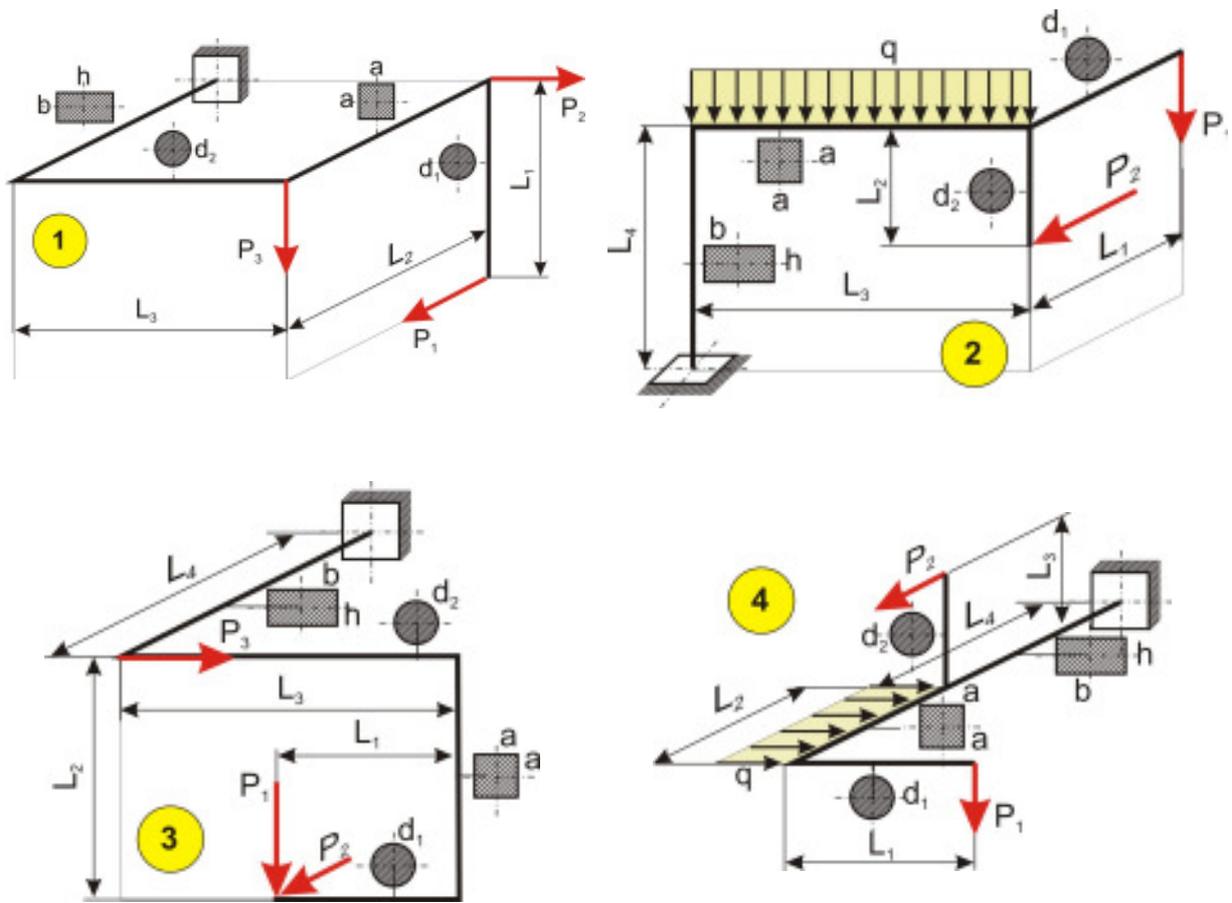


Рис. 1