

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровое моделирование механических систем и процессов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

15.03.03 Прикладная механика

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Спиридонов Дмитрий Викторович, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы Е7 **МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-8.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-8.1

знания:

основные понятия и методы физики, математики, сопротивления материалов;

умения:

интерпретировать результаты и делать выводы, использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

навыки:

применения современного математического инструментария для решения математических, физических, технических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ, СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА МАШИН**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, % ПК-8.1
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		
3	5	Раздел 1. Кинематический анализ стержневых систем Многопролетные статически определимые балки. Степени свободы стержневой системы Геометрическая изменяемость стержневых систем. Статическое нагружение. Действие подвижной нагрузки. Построение линий влияния. Узловая передача нагрузки.	25	12	4	8	13	15
3	5	Раздел 2. Распорные системы Плоские статически определимые фермы. Статическое нагружение трехшарнирной арки. Действие подвижной нагрузки на трехшарнирную арку. Расчет напряжений, рациональная геометрическая форма трехшарнирных арок. Классификация ферменных конструкций. Линии влияния в стержнях ферм. Загружение линий влияния в стержнях ферм.	26	13	4	9	13	20
3	5	Раздел 3. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах. Работа внешних и внутренних сил. Теорема о взаимности работ. Интегралы Максвелла-Мора. Способ перемножения эпюр Верещагина. Температурное воздействие.	10	5	2	3	5	15
3	5	Раздел 4. Раскрытие статической неопределимости методом сил. Степень статической неопределимости стержневой системы. Канонические уравнения метода сил. Использование симметрии в методе сил. Определение внутренних усилий. Учет температурных нагрузок.	24	11	4	7	13	25
3	5	Раздел 5. Раскрытие статической неопределимости методом перемещений. Канонические уравнения метода перемещений. Использование симметрии в методе перемещений. Определение внутренних усилий.	23	10	3	7	13	25
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Кинематический анализ стержневых систем Многопролетные статически определимые балки.	Анализ геометрической неизменяемости стержневых систем.	2
2		Определение внутренних усилий в многопролетных статически определимых балках	6
3	Раздел 2. Распорные системы Плоские статически определимые фермы.	Расчет напряжений в трехшарнирной арке	3
4		Расчет плоских статически определимых ферм	6
5	Раздел 3. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах.	Определение перемещений	3
6	Раздел 4. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Определение внутренних усилий в элементах статически неопределимых систем методом сил	7
7	Раздел 5. Раскрытие статической неопределимости методом перемещений.	Определение внутренних усилий в элементах статически неопределимых систем методом перемещений.	7
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Кинематический анализ стержневых систем Многопролетные статически определимые балки.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	5
2		ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов	8
3	Раздел 2. Распорные системы Плоские статически определимые фермы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	5
4		ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов	8
5	Раздел 3. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	5
6	Раздел 4. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	5
7		ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов	8
8	Раздел 5. Раскрытие статической неопределимости методом перемещений.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	5
9		ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов	8
Всего за 5 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5					ДЗ	ДР		ДЗ	ДР			ДЗ			ДЗ	ДР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 192 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Интерактивная доска.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-8.1 Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимым для решения производственных проектно-конструкторских задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с определением перемещений и напряжений в элементах стержневых систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Кинематический анализ стержневых систем Многопролетные статически определимые балки.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4-6)	5
ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов		8
Итого по разделу 1		13
Раздел 2. Распорные системы Плоские статически определимые фермы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4-6)	5
ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов		8
Итого по разделу 2		13
Раздел 3. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4-6)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. Раскрытие статической неопределимости методом сил.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (7)	5
ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов		8
Итого по разделу 4		13
Раздел 5. Раскрытие статической неопределимости методом перемещений.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (7)	5
ДЗ. Выполнение и оформление полученных результатов		8
Итого по разделу 5		13

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Варианты домашних заданий размещены в составе УМК по дисциплине.

Критерии оценивания домашних заданий.

Оценка "отлично"

Домашнее задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

Оценка "хорошо"

Домашнее задание выполнено студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Оценка "удовлетворительно"

Домашнее задание выполнено и оформлено с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени. Студент показал знания теоретического материала, но испытывал затруднения при самостоятельной работе.

Оценка "неудовлетворительно"

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению задания. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений

Вопросы к дифференцированному зачету

Варианты тестовых вопросов к дифф. зачету размещены в составе УМК по дисциплине

Дифференцированный зачет

Дифф. зачет проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (25 шт.). Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. Оценка складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания :

Баллы Оценка по нормативной шкале

85 - 100 «зачтено - отлично»:

75 – 84 «зачтено - хорошо»

51 - 74 «зачтено - удовлетворительно»

менее 51 «не зачтено»

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-8.1	
3	5	Раздел 1. Кинематический анализ стержневых систем Многопролетные статически определимые балки.	25	12	4	8	13	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
3	5	Раздел 2. Распорные системы Плоские статически определимые фермы.	26	13	4	9	13	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
3	5	Раздел 3. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах.	10	5	2	3	5	15	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 4. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	24	11	4	7	13	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
3	5	Раздел 5. Раскрытие статической неопределимости методом перемещений.	23	10	3	7	13	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

ПК-8.1 - Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Насколько увеличивается степень статической неопределимости плоской стержневой конструкции от наличия в ней замкнутого контура ?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

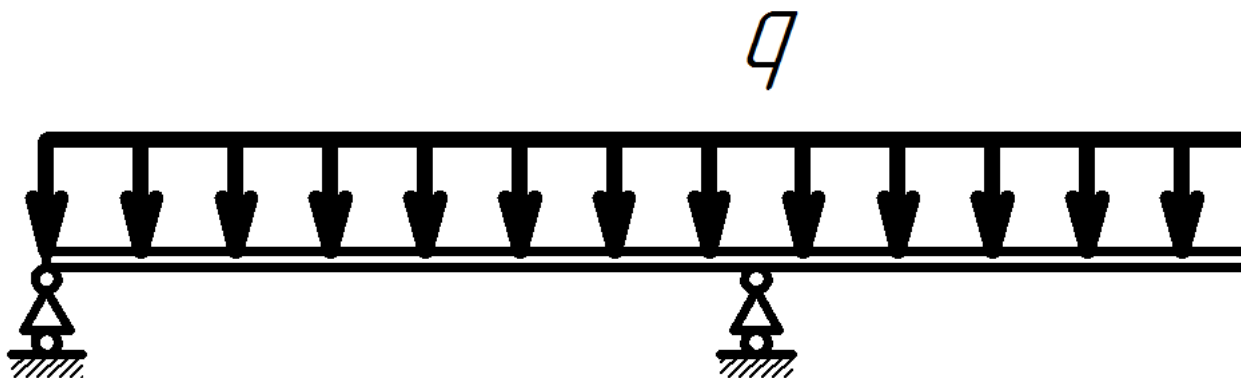
№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие уравнения составляются при расчете статически определимой шарнирно-стержневой конструкции методом вырезания узлов ?

- 1) уравнения совместности изменения длины стержней
- 2) уравнения равенства перемещений на краях разрезов
- 3) уравнения равновесия узлов по силам
- 4) уравнения равновесия узлов по моментам

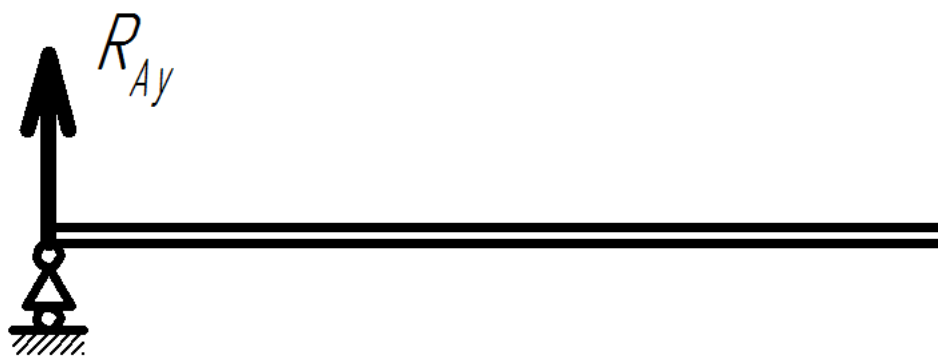
№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для данной статически неопределимой балки



выберите возможные варианты основной системы :

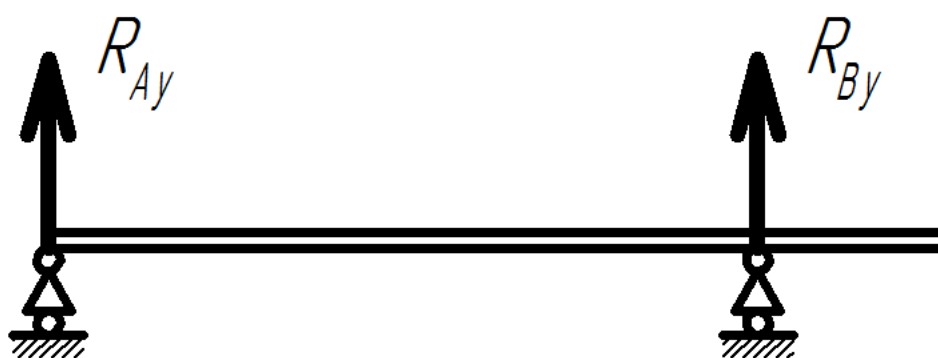
1



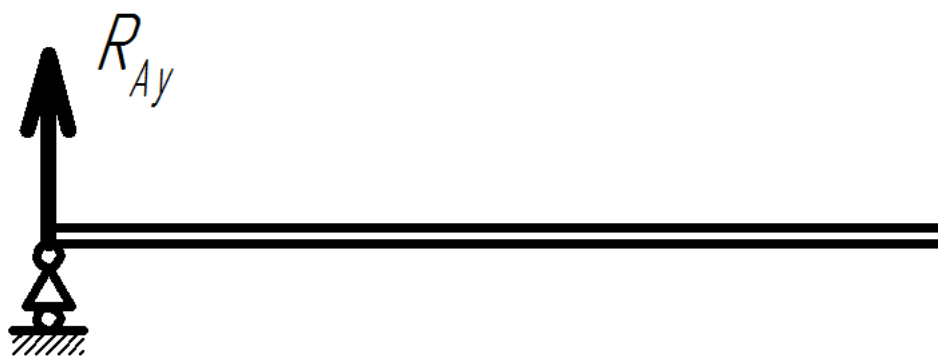
2



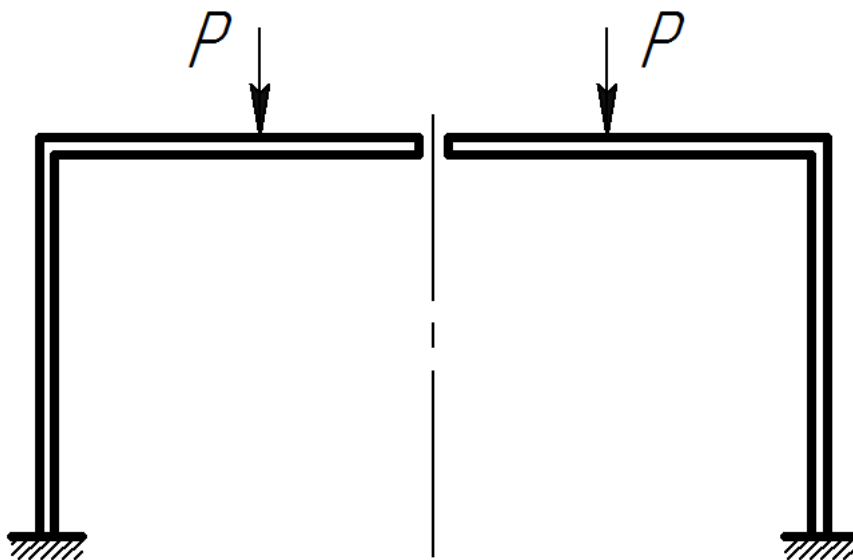
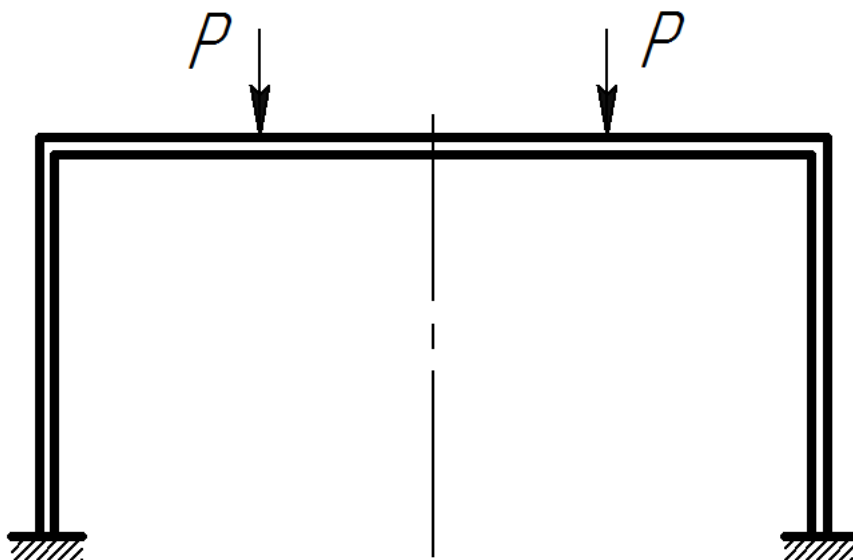
3



4



№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
 Какие внутренние усилия возникают в разрезе плоской симметричной конструкции при симметричной нагрузке ?



- 1) горизонтальная сила
- 2) вертикальная сила
- 3) крутящий момент
- 4) изгибающий момент

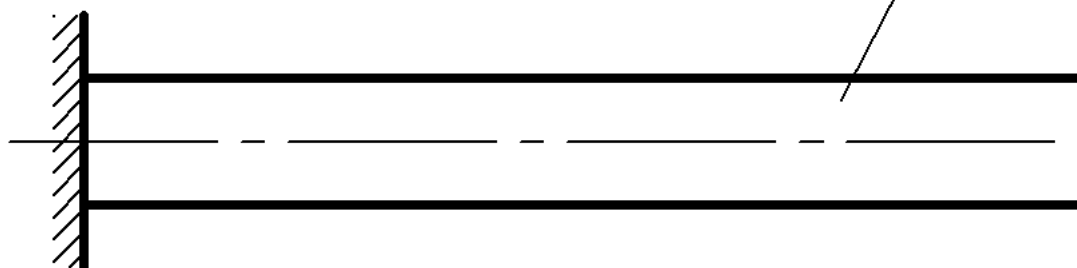
№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое несущая способность конструкции ?

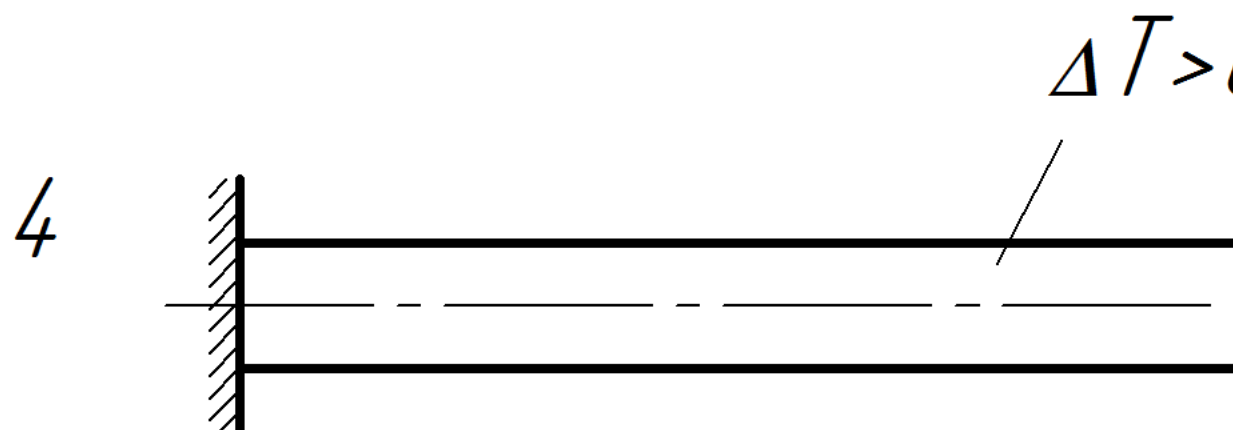
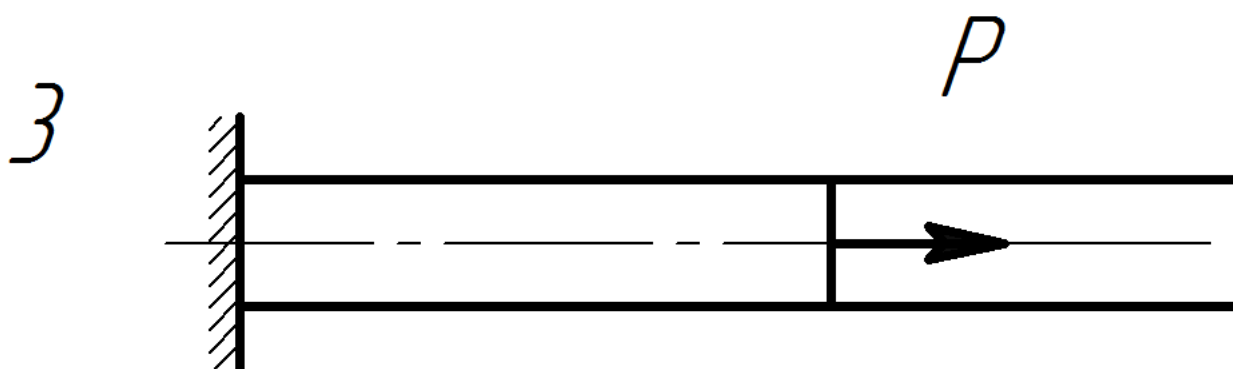
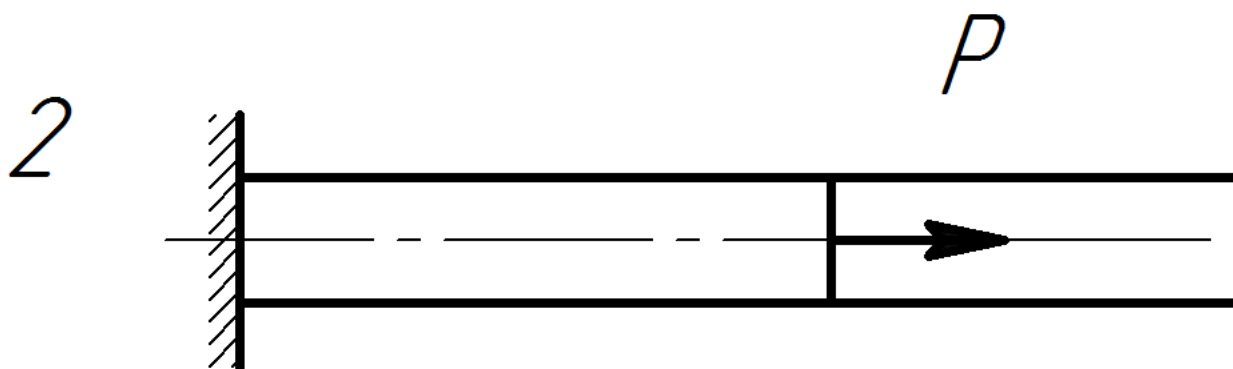
№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте схемам нагружения и закрепления стержней распределение продольной силы :

1



$$\Delta T > 0$$



- А) всюду равна нулю
 В) на левом участке растягивающая, а на правом сжимающая
 С) на левом участке растягивающая, а на правом равна нулю
 D) всюду сжимающая

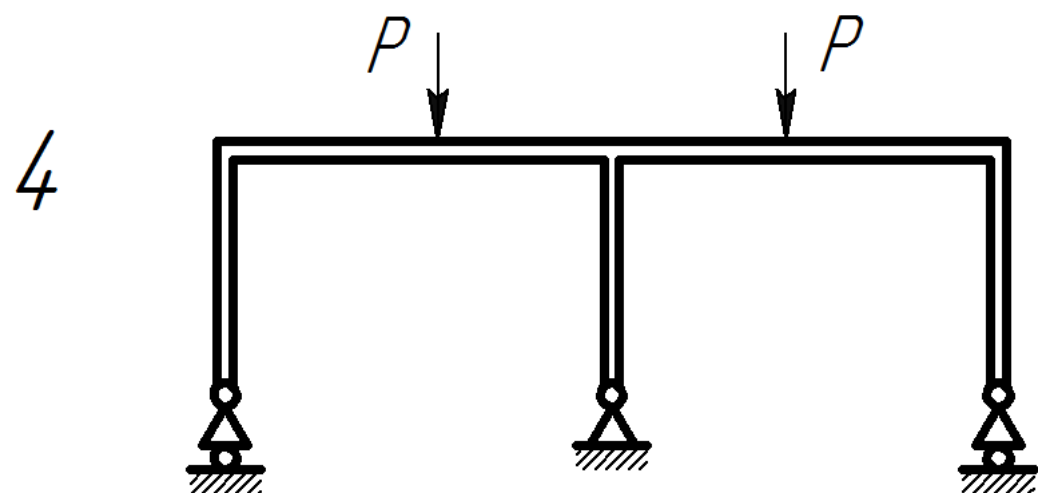
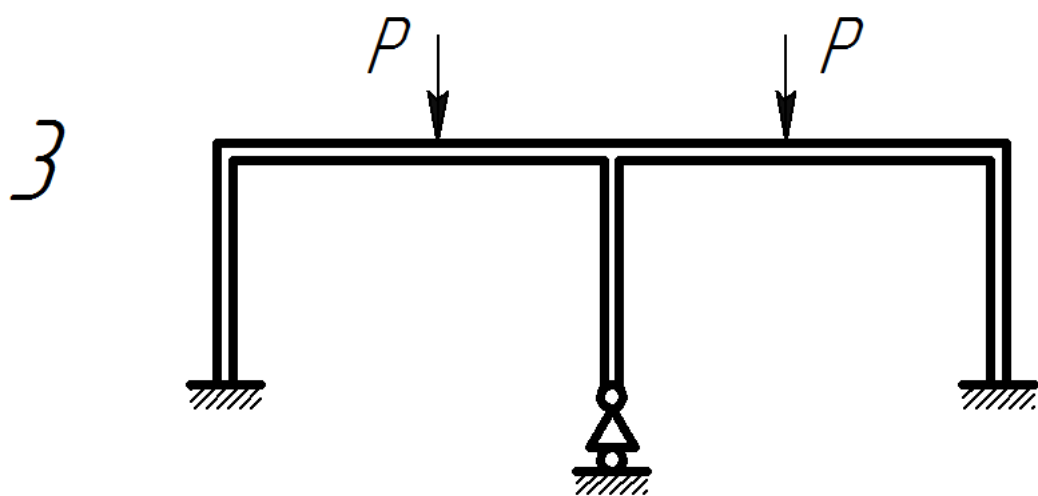
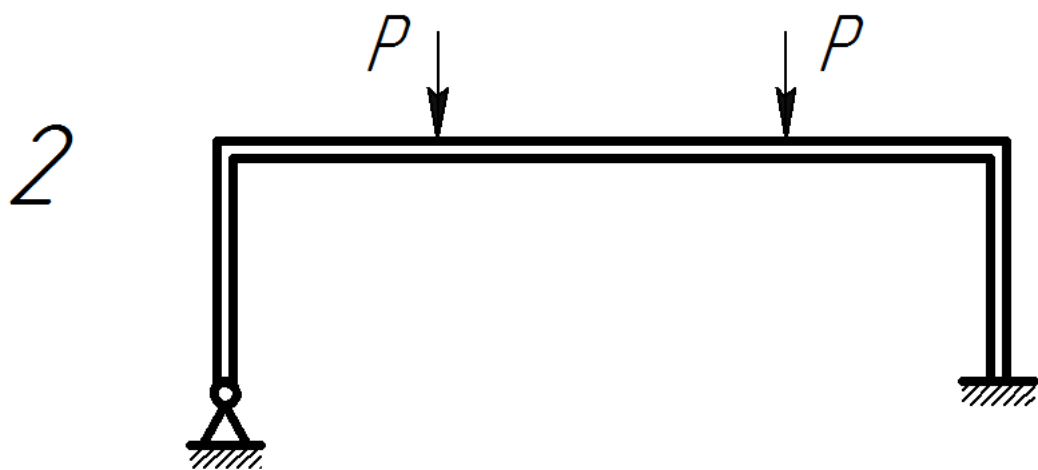
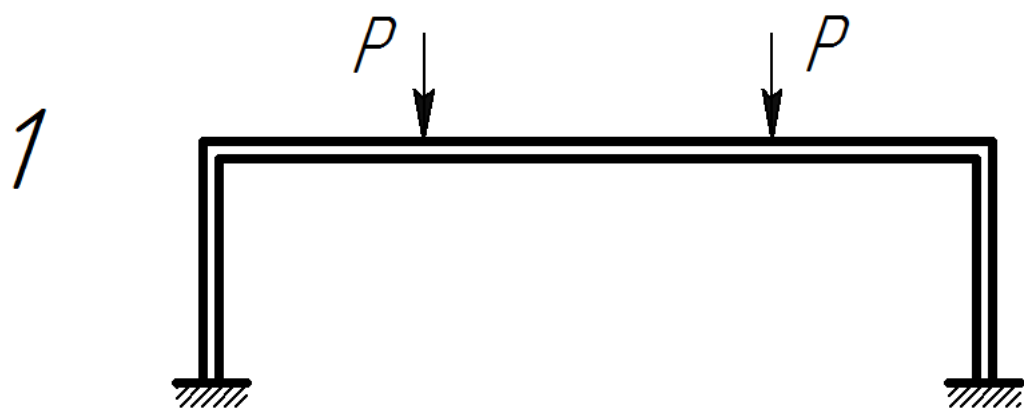
№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие
 Какие силы и моменты реакций возникают в каждой из опор :

- 1) подвижная шарнирная опора
 2) неподвижная шарнирная опора
 3) скользящая заделка
 4) неподвижная заделка

- A) одна проекция силы
- B) две проекции силы
- C) одна проекция силы и момент
- D) две проекции силы и момент

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

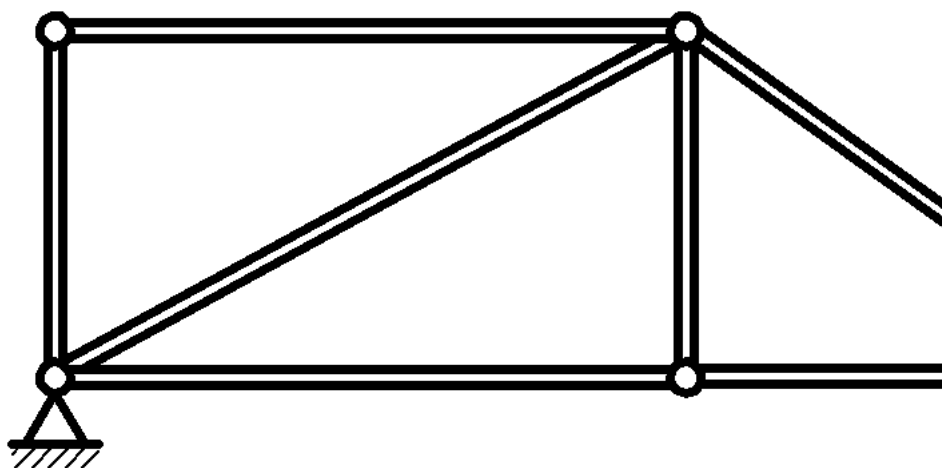
Расположите конструкции в порядке возрастания степени статической неопределимости :



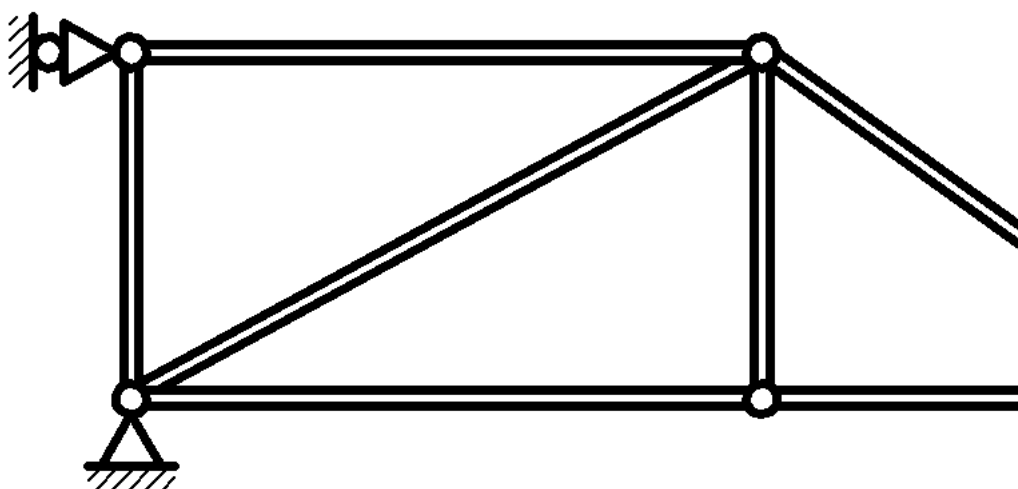
№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите шарнирно-стержневые конструкции в порядке возрастания количества незакрепленных узловых перемещений при расчете мето,

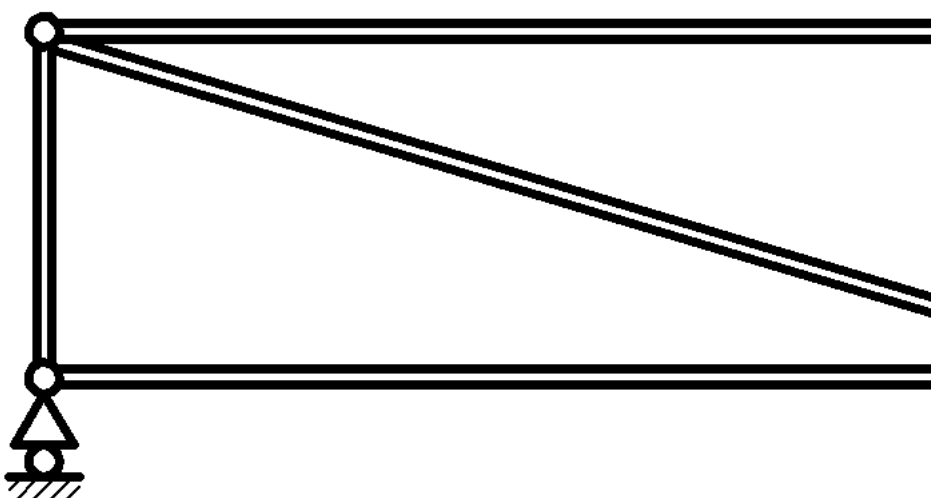
1



2

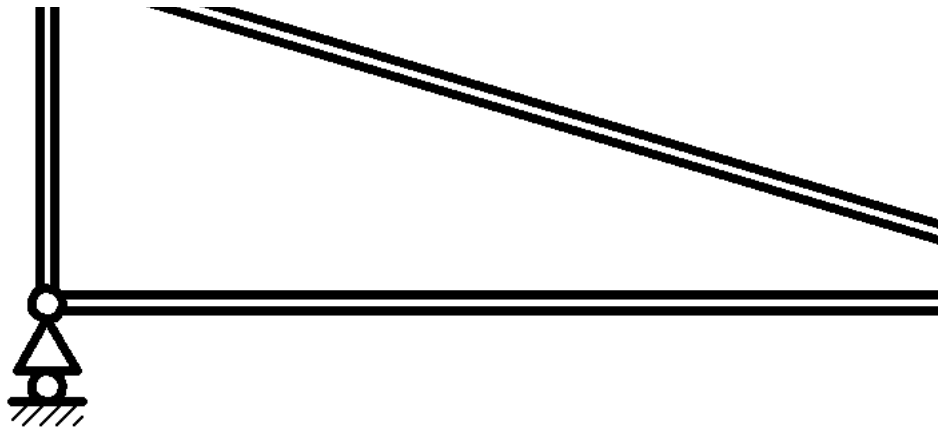


3



4





№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какую форму имеют ячейки ферменной конструкции ?

- 1) треугольную
- 2) четырехугольную
- 3) пятиугольную
- 4) шестиугольную

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что называется степенью статической неопределимости конструкции ?

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие условия проверяются при оценке работоспособности заклепочного соединения двух листов, нагруженного параллельно плоскости сты

- 1) условие среза стержня заклепки
- 2) условие смятия стержня заклепки
- 3) условие разрыва стержня заклепки
- 4) условие взаимного сдвига соединяемых листов