

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна  
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
Федерального университета  
Дата подписания: 25.07.2023 12:30:01  
Уникальный программный ключ:  
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по выполнению практических работ по дисциплине  
«Комплексное применение методов, средств контроля для диагностики и мониторинга строительных  
систем»  
для студентов направления подготовки 08.04.01 Строительство

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 2C00000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины
2. Оборудование и материалы
3. Наименование практических работ
4. Содержание практических работ
5. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

## 1.ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В настоящее время разработано большое количество государственных стандартов, инструкций и рекомендаций по определению отдельных физико-технических характеристик строительных материалов и конструкций как в натурных, так и лабораторных условиях. Однако практически отсутствуют работы, охватывающие весь комплекс вопросов, связанных с обследованиями состояния производственной среды (микроклимата) и эксплуатационных качеств (прочностных, теплотехнических и др.) как отдельных конструкций, так и зданий в целом, а литература по современным методам обследований зданий крайне ограничена.

Отсутствие унифицированных методик и приемов обследований в значительной степени объясняется отсутствием единого методического подхода к проведению обследований, разнообразием задач обследований и применяемых измерительных средств и методов обработки и обобщения результатов, что во многих случаях делает несопоставимыми данные, полученные разными исполнителями.

Очевидно, что диагностика и мониторинга строительных систем различных отраслей промышленности должны выполняться специализированными организациями и специалистами, обладающими знаниями в самых различных областях строительной науки, а также знающими особенности технологических процессов в производственных зданиях.

Студенты, обучающиеся на заочной форме обучения, выполняют №1, 2 практические работы на занятиях, остальные темы изучают самостоятельно.

## 2. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Аппаратные средства: персональный компьютер;

Программные средства: ОС MS Windows; MS Visual Studio, MS Office.

Учебный класс оснащен IBM-совместимыми компьютерами, объединенными в локальную сеть. Локальная сеть учебного класса имеет постоянный доступ к сети Internet по выделенной линии. Для проведения лабораторных работ необходимо следующее программное обеспечение: операционная система MS Windows, пакет офисных программ MS Office, пакет MS Visual Studio.

## 3.Наименование практических занятий

| № Темы дисциплины | Наименование тем дисциплины                                                                          | Объем часов, ОФО | Объем часов, ЗФО |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 1.                | Тема 1. Направления развития систем контроля и измерений                                             | 1,5              | 1,5              |
| 2.                | Тема 2. Системное моделирование процесса измерений и контроля в производстве строительных материалов | 1,5              | 1,5              |
| 3.                | Тема 3. Исследование силового нагружения балки                                                       | 1,5              | -                |
| 4.                | Тема 4. Исследование стержневых ферм<br>Виды ферм.                                                   | 1,5              | -                |
| 5.                | Тема 5. Исследование стержневых ферм                                                                 | 1,5              | -                |
| 6.                | Тема 6. Исследование нагружения бруса крутящими моментами                                            | 1,5              | -                |
| 7.                | Тема 7. Метрологическое моделирование для исследования качества производства                         | 1,5              | -                |

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шебзухова Руслановна

Действителен: с 19.08.2021 по 19.08.2025



|  |                                                                    |           |          |
|--|--------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
|  | эксплуатационных характеристик<br>конструктивных элементов здания. |           |          |
|  | Итого                                                              | <b>27</b> | <b>3</b> |

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

#### Тема 1. Направления развития систем контроля и измерений

**Цель занятий:** научиться определять цели и задач в исследовании процесса измерений и контроля

#### План работы

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое задание
2. Изучить методические указания к практическим занятиям
3. Внести в рабочую тетрадь исходные данные
4. Провести исследования по данному заданию
5. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

#### Методические указания

Общая последовательность решения данной задачи выполняется в определенной очередности:

- установить область исследования;
- выявить проблемы развития, поддержки и сохранения объекта;
- изучить современные тенденции в развитии данной области;
- изучить нормативно-технические требования к материалам, строениям и сооружениям;
- определить актуальность различных вариантов исследований;
- установить цели исследования;
- определить вопросы, показатели и параметры, которые необходимо исследовать;
- определить задачи исследования
- сформировать заключение.

Нормативными документами являются Постановления правительства, нормативные документы, СНиП, ГОСТ и т.д.

Общими целями в развитии строительного производства:

- повышения эффективности строительства;
- повышения эффективности помещений, строений и сооружений;
- обеспечение требуемых параметров строений, материалов, конструкций;

- обеспечение требуемых параметров строений, материалов, конструкций.

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Задачами являются проведение исследования, измерения и контроля для достижения

поставленной цели.

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Реализации задачи выполняется с использованием методов исследований.

Для выявленных вероятных проблем прогнозирования чрезвычайных ситуаций и их предотвращение и поставить задачи для метрологического моделирования систем контроля и измерения в сложных и ответственных инженерных сооружениях в обеспечении безопасного качественного их функционирования

**Таблица 1.1. Исходные данные на практическое занятие**

| № вар. | Объект исследования                                                                              | Параметры                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1.     | Технология изготовления бетона                                                                   | Ячеистый бетон                                             |
| 2.     | Технология изготовления бетонных балок                                                           | Балки перекрытий                                           |
| 3.     | Рабочий процесс работы строительного крана                                                       | Подъем груза и установка                                   |
| 4.     | Рабочий процесс работы автопогрузчика                                                            | Подъем и транспортирование груза                           |
| 5.     | Рабочий процесс ленточного конвейера                                                             | Загрузка бункера сыпучим материалом                        |
| 6.     | Рабочий процесс бетоносмесителя                                                                  | Перемешивание компонентов бетона                           |
| 7.     | Технологический процесс производства зданий 3D                                                   | Заливка стен зданий сложной конструкции                    |
| 8.     | Технологический процесс монолитного строительства                                                | Строительство каркаса железобетонной конструкций           |
| 9.     | Технологический процесс монтажа каркаса разъемных конструкций                                    | Строительство легких разъемных конструкций                 |
| 10.    | Технологический процесс производства цемента                                                     | Полный цикл производства цемента                           |
| 11.    | Технологический процесс доставки строительных материалов от изготовителя к объекту строительства | Транспортирование с использованием специальных автомобилей |
| 12.    | Управление процессами производства изготовления панелей                                          | Легкие панели из теплоизоляционных материалов              |

### Содержание отчета

1. Наименование и цель практического занятия
2. Блок-схема алгоритма постановки целей и задач исследований
3. Направления развития, главные требования к объекту исследования.
4. Решение задачи, согласно выданного преподавателем задания.

|                                           |                                        |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| 5.                                        | Выводы                                 |
| ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН<br>ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ |                                        |
| Сертификат:                               | 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E |
| Владелец:                                 | Шебзухова Татьяна Александровна        |
| Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023  |                                        |

## Контрольные вопросы

1. Какие современные направления существуют в развитии строительства?
2. Какие актуальные проблемы могут быть решены с использованием современных методов контроля и измерения?
3. Каким образом определяются задачи при проведении исследования?
4. Какие ставятся общие цели в строительстве?
5. Какую роль могут выполнять методы измерения и контроля в поставленных вами задачах?

## Практическое занятие №2

### Тема 2. Системное моделирование процесса измерений и контроля в производстве строительных материалов

**Цель работы:** научиться строить системные модели процессов измерений и контроля

#### План работы

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое задание
2. Изучить методические указания к практическим занятиям
3. Внести в рабочую тетрадь исходные данные
4. Провести исследования по данному заданию
5. Построить системную модель объекта контроля и измерений в производстве строительных материалов с указанием ее основных параметров.
6. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

#### Методические указания

Общая последовательность решения данной задачи выполняется в определенной очередности:

- установить область исследования;
- выявить основные характеристики системной модели процессов измерений и контроля, определяющие их как систему;
- изучить современные требования к организации и управлению процессов измерений в рамках реализации системы менеджмента измерений по одному из составных объектов (см. табл.2.1);
- изучить показатели и факторы системной модели процессов измерений и контроля по заданному ее объекту (части), исходя из реализации системы менеджмента измерений;
- определить границы изучаемой системы менеджмента измерений (рис.1 Приложения 1);
- установить в общем виде математические зависимости между критериями и факторами, влияющими на процесс измерения.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна  
Действителен с 19.08.2022 по 19.08.2025

- влияющими;
- сформировать заключение.

Таблица 2.1. Исходные данные

| №  | Объект исследования                                                                                    | Параметры                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Ответственность руководства                                                                            | Служба, ориентация на потребителя, цели качества, руководство                                                                                |
| 2. | Менеджмент ресурсов                                                                                    | Человеческие ресурсы, информационные ресурсы, материальные ресурсы                                                                           |
| 3. | Метрологическое подтверждение пригодности измерительного оборудования и выполнение процессов измерений | Метрологическое подтверждение пригодности измерительного оборудования, выполнение процессов измерения, неопределенность и единство измерений |
| 4. | Анализ и улучшение системы менеджмента измерений                                                       | Аудит и мониторинг, Управления несоответствиями, Улучшения                                                                                   |

Таблица 2.2. Параметры системной модели менеджмента измерений

| Объект | Входные параметры $q_j$ | Мероприятия | Факторы $x_k$ | Критерии $y_i$ |
|--------|-------------------------|-------------|---------------|----------------|
|        |                         |             |               |                |

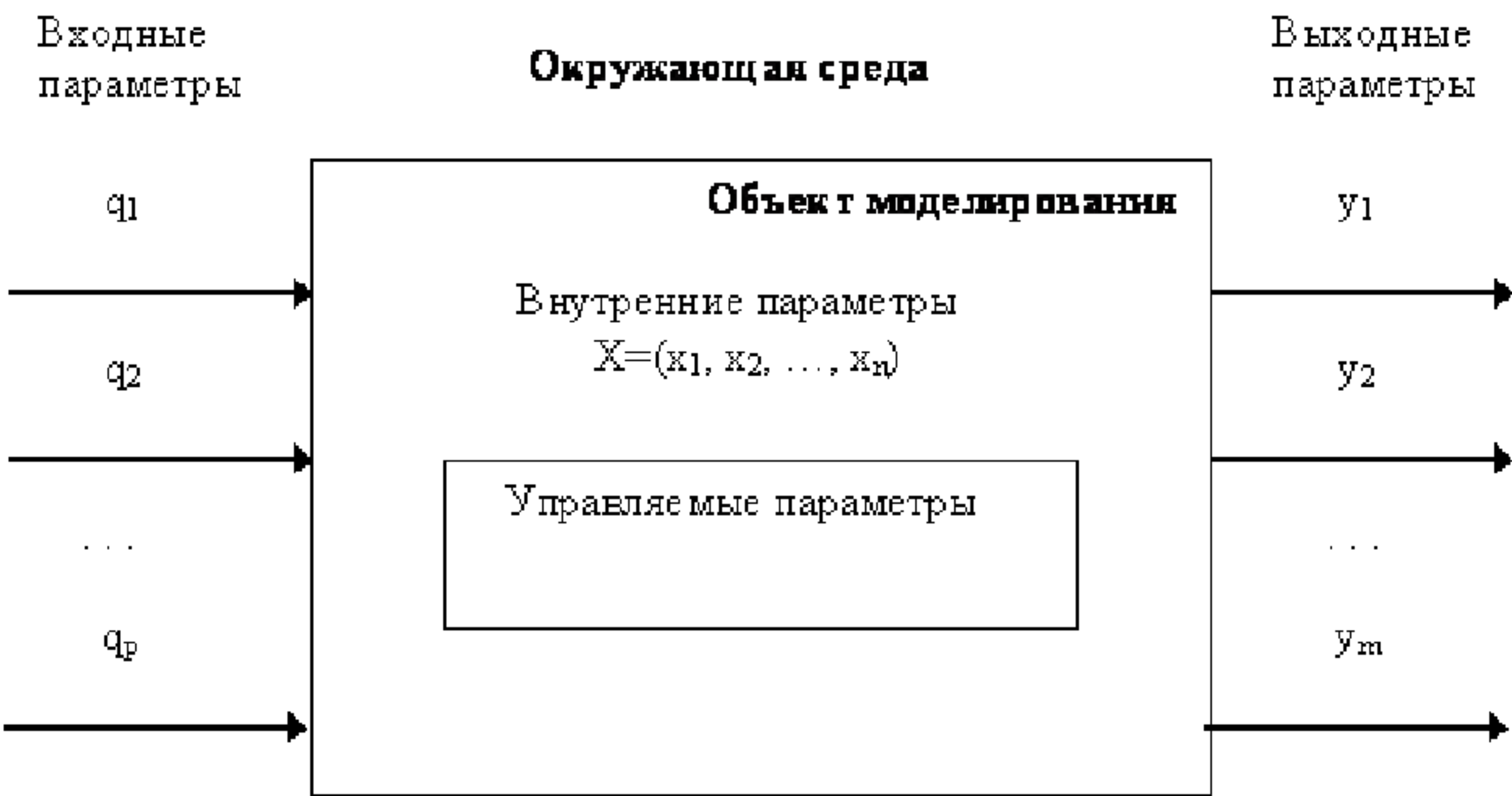


Рис. 2.1. Системная модель процесса

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат: 2023.08.19.10.00.00  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна  
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Математические модели показателей качества измерений устанавливают как зависимости критерия от факторов и входных параметров:

$$y_i \perp f_i(q_j, x_k)$$

Параметры модели устанавливаются с учетом выполнения всех мероприятий по обеспечению улучшения по критерию, предусмотренных в системе менеджмента качества измерений.

### Содержание отчета

1. Наименование и цель практического занятия
2. Общие понятия системы менеджмента измерений
3. Модель системы менеджмента измерений (рис. 2.1 ).
4. Общие сведения и требования к системе менеджмента измерений в заданном объекте исследования.
5. Входные и выходные данные системной модели процесса измерений и контроля (табл. 2.2)
6. Критерии, требования, факторы и математические модели измерений
7. Выводы

### Контрольные вопросы

1. Какие современные направления существуют в развитии системы измерений в строительстве?
2. Какие требования и условия необходимо выполнить для повышения качества процесса измерений?
3. Какие составляющие объекты входят в Системную Модель Измерений и их основное назначение?
4. Каким образом достигаются показатели при проведении исследования?
5. Какие устанавливаются границы системной модели процессов измерений и контроля?
6. Какую роль могут выполнять методы измерения и контроля в поставленных вами задачах?

### Практическое занятие №3

#### Тема 3. Исследование силового нагружения балки

**Цель работы:** изучить расчетный способ исследования силового нагружения балки и определения мест размещения датчиков для экспериментального исследования.

|                      |                                        |
|----------------------|----------------------------------------|
| ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ |                                        |
| Сертификат:          | 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E |
| Владелец:            | Шебзухова Татьяна Александровна        |

### Порядок выполнения задания

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое занятие.

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2. Изучить методические указания по выполнению работы.
3. Определить реакции опор для балки.
2. Разбить рассматриваемый стержень на участки так, чтобы в пределах каждого участка разбиения характер внешней нагрузки и площадь поперечного сечения не менялись.
3. Для каждого участка составить выражения  $M_z$  и  $Q_y$  и построить соответствующие эпюры. Эпюры строят на базисных линиях, параллельных оси заданного стержня (балки). Располагают эпюры непосредственно под расчетными схемами.
4. По эпюрам установить места максимального нагружения балки.
5. Определить искомые характеристики поперечного сечения из условия прочности по методу допускаемых напряжений:

– при изгибе  $|\sigma_{max}| \frac{|z|}{W_z} \leq [\sigma]$ , где  $W_z$  – осевой момент сопротивления.

6. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

### Задание на практическое занятие.

Для заданных преподавателем одной из двух схем балок шарнирно-консольной или консольной (рис. 3.1, а, б) требуется:

1. Изобразить расчетную схему каждой балки.
2. Построить эпюры изгибающего момента  $M_z$  на сжатых волокнах и поперечной силы  $Q_y$ .
3. Установить места наибольшего нагружения балки.
4. Из условия прочности подобрать:
  - а) для схемы (а) стальную балку двутаврового поперечного сечения при  $[\sigma] = 160$  МПа; б)
  - для схемы (б) деревянную балку круглого поперечного сечения.

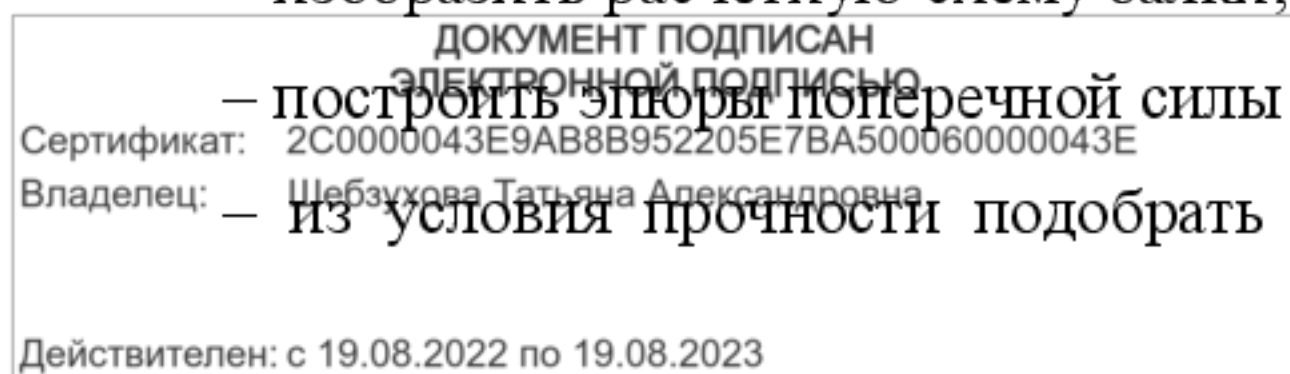
Принять допускаемое напряжение при сжатии  $[\sigma_{сж}] = 12$  МПа, допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_{р}] = 8$  МПа.

Для анализируемой в данном примере двухопорной балки с консолью (см. рисунок 3.1) требуется:

– изобразить расчетную схему балки;

– построить эпюры поперечной силы  $Q_y$  и изгибающего момента  $M_z$ ;

– из условия прочности подобрать стальную балку двутаврового сечения при  $[\sigma]$



Данные для расчета:  $M$   $m$ ;

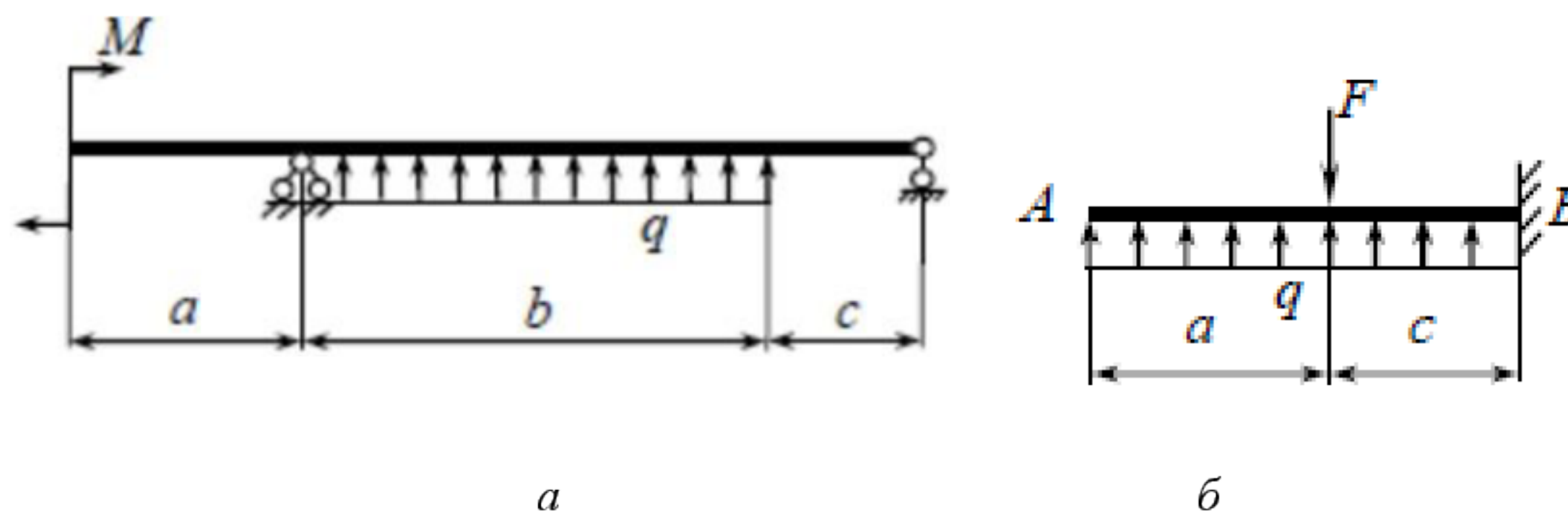


Рис. 3.1 Конструктивные схемы балок:  $a$ - двухопорной и  $b$  – консольной

### Методические указания по выполнению работы

В данном занятии рассматривается поперечный изгиб балки. Необходимо изобразить расчетную схему балки с указанием численных значений нагрузки и линейных размеров (см. рисунок 3.2,  $a$ ). [1]

Сперва определяются реакции опор, для этого составляются уравнения моментов относительно точек  $A$  и  $B$ :

$$\sum M_A = 0; -M + qb^b + R_B(b + c) = 0;$$

$$R_B = \frac{M - qb \frac{b}{2}}{b + c} = \frac{24 - 15 \cdot \frac{3,6^2}{2}}{3,6 + 1,2} = -15,25 ;$$

$$\sum M_B = 0; -M - qb(\frac{b}{2} + c) - R_A(b + c) = 0;$$

$$R_A = \frac{-M - qb(\frac{b}{2} + c)}{b + c} = \frac{-24 - 15 \cdot 3,6 \cdot (\frac{3,6}{2} + 1,2)}{3,6 + 1,2} = -38,75 .$$

Знаки « $-$ » означают, что обе реакции направлены вниз, а не вверх, как предполагалось при составлении уравнений равновесия. На расчетной схеме покажем действительные направления найденных реакций опор. Выполним проверку правильности расчета реакций, составив уравнение равновесия проекции сил на ось  $y$ :

$$\sum Y = 0; qb - R_A - R_B = 0, 15 \cdot$$

$$3,6 - 15,25 - 38,75 = 0,$$

$5 - 5 = 0$ , то есть реакции опор определены верно.

Производится разбиение балки на участки, число участков равно трем, указываются их номера (см. рисунок 3.2, а).

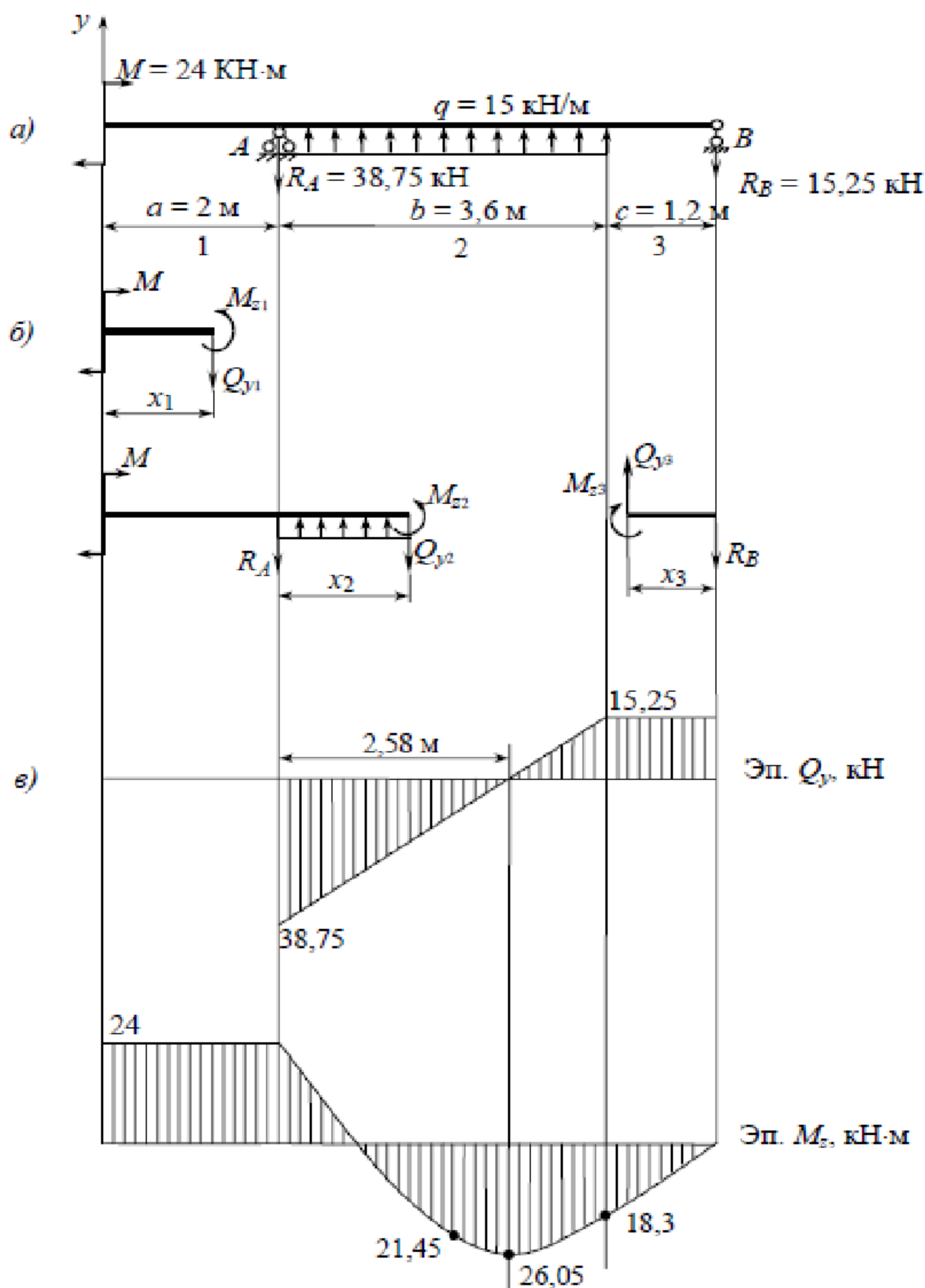


рис 3.2. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шабзулова Татьяна Александровна

На каждом участке проводится сечение и составляется уравнение равновесия для отсеченных частей (см. рисунок 3.2, б):

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

– участок 1 ( $0 \leq x_1 \leq a$ ):  $\sum Y = 0$ ;  $Q_{y1} = 0$ ,

$$\sum m_z = 0; -M + M_{z1} = 0; M_{z1} = M = 24 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

– участок 2 ( $0 \leq x_2 \leq b$ ):  $\sum Y = 0$ ;  $-R_A - Q_{y2} + qx_2 = 0$ ,

$$Q_{y2} = -R_A + qx_2 = -38,75 + 15x_2;$$

$$\sum m_z = 0; -M + R_Ax_2 - q\frac{x_2^2}{2} + M_z = 0,$$

$$M_z = M - R_Ax_2 + q\frac{x_2^2}{2} = 24 - 38,75x_2 + 15\frac{x_2^2}{2};$$

– участок 3 ( $0 \leq x_3 \leq c$ ):  $\sum Y = 0$ ;  $Q_{y3} - R_B = 0$ ,  $Q_{y3} = R_B = 15,25 \text{ кН}$ ;

$$\sum m_z = 0;$$

$$-M_{z3} - R_Bx_3 = 0; M_{z3} = -R_Bx_3 = -15,25x_3.$$

По найденным выражениям строятся эпюры поперечной силы  $Q_y$  и изгибающего момента  $M_z$  (см. рисунок 4, б). При построении эпюры изгибающего момента на втором участке необходимо определить положение сечения, в котором изгибающий момент принимает экстремальное значение  $M_{z2}$  кс р при изменении знака поперечной силы, то есть при  $Q_{y2} = 0$ ,

$$Q_{y2} = R_A + qx_2 = 0,$$

отсюда:

$$x_2 = \frac{R_A}{q} = \frac{38,75}{15} = 2,58 \text{ м}.$$

Значение  $M_{z2}$  в этом сечении

$$M_{z2} = M - R_Ax_2 + q\frac{x_2^2}{2} = 24 - 38,75 \cdot 2,58 + \frac{15 \cdot 2,58^2}{2} = -26,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

$160 \cdot 10^6$

$$\sigma = |M^z_{max}| = \frac{26,05 \cdot 10^3}{184 \cdot 10^{-6}} = 141,6 \cdot 10^6 = 141,6 \text{ M}, W_z$$

Участок 2 характеризуется наибольшим нагружением балки. Именно на этом участке необходимо контролировать нагружение балки.

a)  $F = 26 \text{ кН}$ ,  $M_B = 45,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,  $q = 15 \text{ кН/м}$ ,  $a = 2 \text{ м}$ ,  $c = 1,2 \text{ м}$ ,  $R_B = 22 \text{ кН}$

б)  $M_{z1}$ ,  $M_{z2}$ ,  $Q_{y1}$ ,  $Q_{y2}$ ,  $M_B$ ,  $R_B$ ,  $x_1$ ,  $x_2$

в)  $30$ ,  $22$ ,  $4$ ,  $Эп. Q_y, \text{кН}$ ,  $45,6$ ,  $30$ ,  $7,5$ ,  $Эп. M_z, \text{кН} \cdot \text{м}$

Наиболее нагруженным сечением в балки является сечение В. Именно здесь устанавливаем датчики контроля деформаций балки.

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

## Контрольные вопросы

1. Какие случаи деформации стержня называют центральным растяжением или сжатием?
2. Как вычисляют значение продольной силы и нормальные напряжения в произвольном поперечном сечении стержня? Какова их размерность?
3. Как строят эпюры продольных сил и нормальных напряжений?
4. Записать условие прочности при поперечном изгибе балки.
5. Какой вид деформации называют прямым поперечным изгибом?
6. Какой вид деформации называют кручением?
7. Что называют моментом сопротивления сечения, жесткостью сечения при кручении?
8. Как найти параметры балки, удовлетворяющий условию прочности при изгибе?
9. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении стержня в общем случае действия на него плоской системы сил?
10. Какие правила знаков приняты для каждого из внутренних силовых факторов?
11. Какие типы опор применяют для крепления балок к основанию?
12. Перечислить основные зависимости эпюр внутренних силовых факторов от внешней нагрузки.
13. Записать условие прочности балок при прямом поперечном изгибе по методу допускаемых напряжений.

## Практическое занятие №4

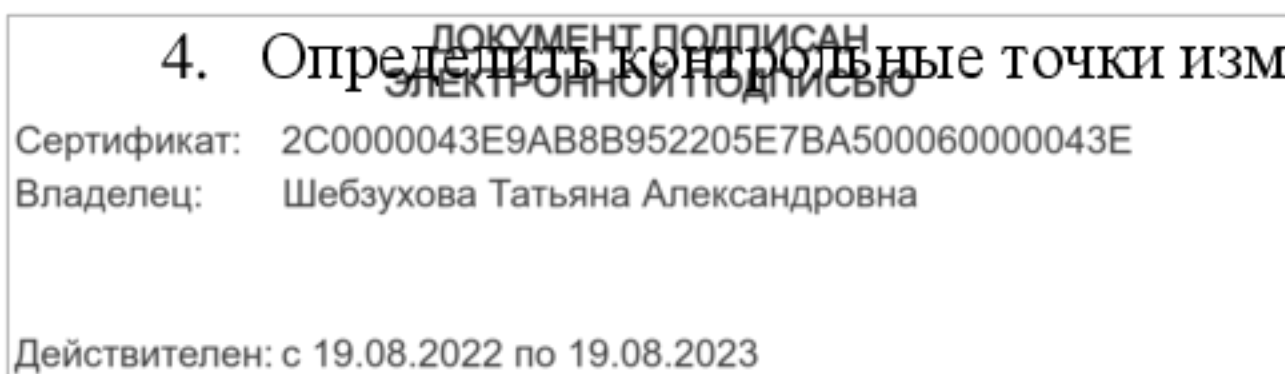
### Тема 4. Исследование стержневых ферм

**Цель работы:** изучить методы определения наиболее нагруженного сечения конструктивных элементов фермы.

### Программа работы

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое занятие.
2. Изучить методические указания по выполнению работы.
3. Построить математическую модель объекта контроля и измерений при обследовании качества и надежности функционирования балочной фермы с указанием ее основных параметров.

4. Определить контрольные точки измерения нагружения фермы.



изучить методы проверочных расчет балочных ферм и мест расположения наиболее нагруженных мест на ферме

5. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

### Задание на практическое занятие

Для одной из балочных ферм, изображенных на рис. 1.4.1 – 1.4.25 (см. Приложение 6 - вариант задается преподавателем) требуется:

- определить аналитически усилия в отмеченных стержнях от неподвижной нагрузки в виде сосредоточенных сил  $F$ , приложенных в каждом узле прямолинейного пояса фермы;
- построить линии влияния усилий для отмеченных стержней при «езде» по прямолинейному поясу фермы;
- вычислить по линиям влияния усилия в отмеченных стержнях от сил  $F$  и результаты сравнить со значениями усилий, полученными аналитически.

Исходные данные для расчета принять из табл. 4.1.

**Таблица 4.1 Исходные данные**

| Номер варианта | 1 | 2   | 3    | 4    | 5 | 6 | 7   |
|----------------|---|-----|------|------|---|---|-----|
| $l$ , м        | 2 | 1   | 1,5  | 1,5  | 1 | 2 | 2,5 |
| $h$ , м        | 2 | 1,5 | 0,75 | 1,75 | 2 | 3 | 3   |
| $F$ , кН       | 5 | 7   | 9    | 10   | 8 | 6 | 4   |

### Методические указания по выполнению задания

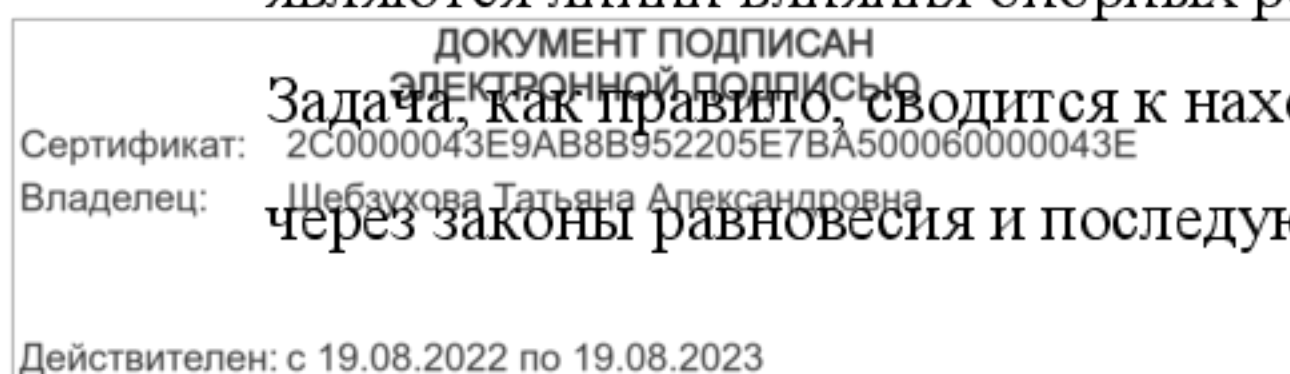
Существующие способы решения задачи:

1) Аналитический способ нахождения усилий от неподвижной нагрузки требует рассмотрения равновесия отсеченной части фермы, содержащей определяемое усилие.

2) Основой для построения линий влияния в стержнях фермы, в большинстве случаев,

являются линии влияния опорных реакций, вид и значение ординат которых очевиден.

Задача, как правило, сводится к нахождению связи внутреннего усилия с реакциями опор через законы равновесия и последующего перемасштабирования линий влияния реакций.

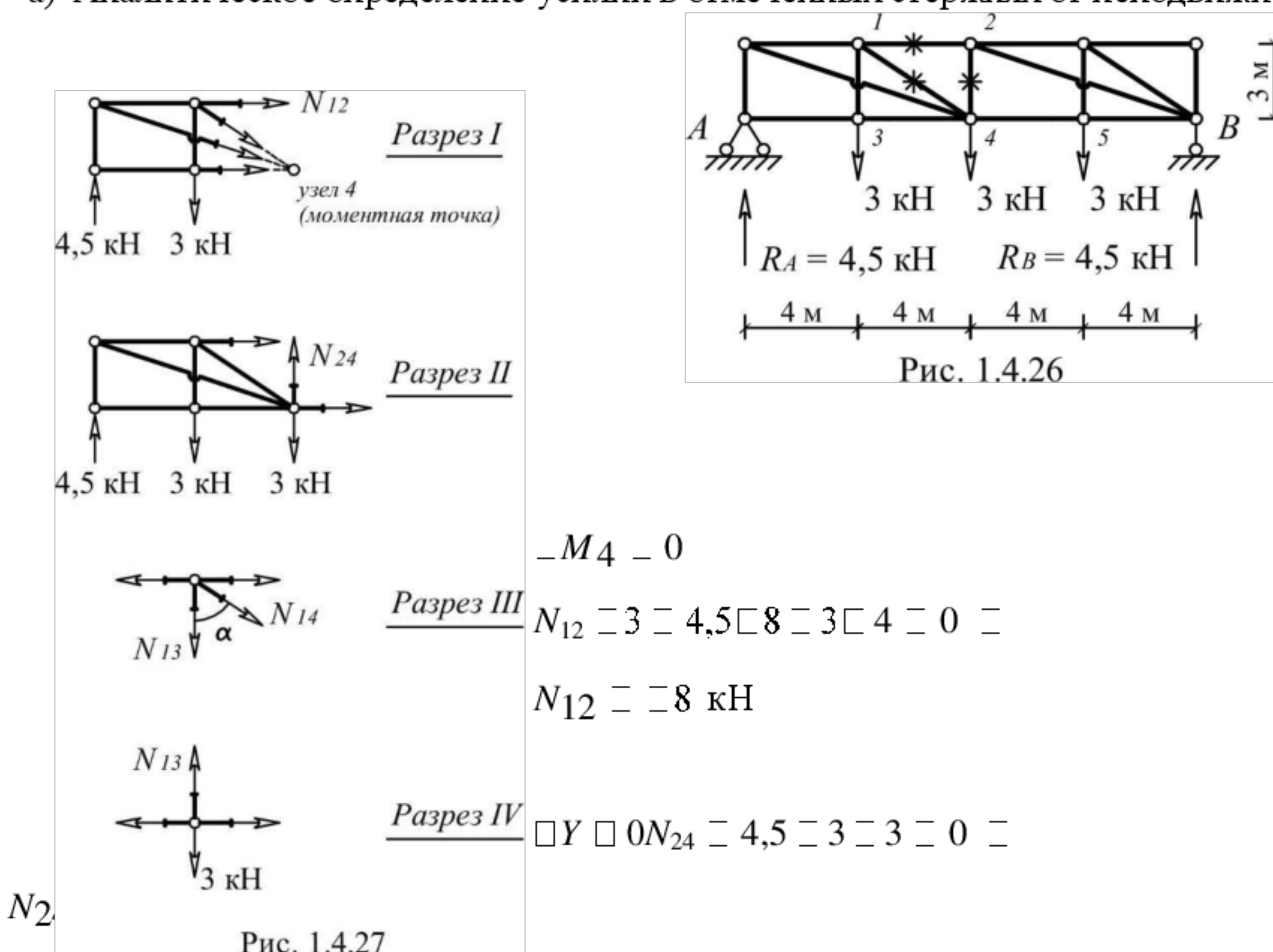


В приведенном примере связь усилия в стержне 1–2 с реакцией  $R_A$ , когда груз находится справа от разреза I, определена из равенства нулю моментов относительно точки (узла) 4 для левой отсеченной части фермы. В результате получено уравнение правой ветви, а левая ветвь, как известно, пересекается с правой в точке, лежащей на одной вертикали с моментной точкой (узлом) 4. Для усилия в стержне 2–4 ветви линии влияния параллельны, поскольку связь с реакцией определяется уравнением равновесия. Для построения линии влияния усилия в стержне 1–4 использована связь этого усилия с усилием в стержне 1–3 из равновесия узла 1, а линия влияния усилия в стержне 1–3 легко построить, если рассмотреть равновесие узла 3.

### 3) Пример решения задачи

Исходные данные: схема фермы на рис. 1.4.25;  $l=4$  м;  $h=3$  м;  $F=3$  кН.

а) Аналитическое определение усилий в отмеченных стержнях от неподвижной нагрузки



$$\sum Y = 0$$

$$N_{14} \cos \alpha = N_{13} = 0$$

$$N_{14} = 0$$

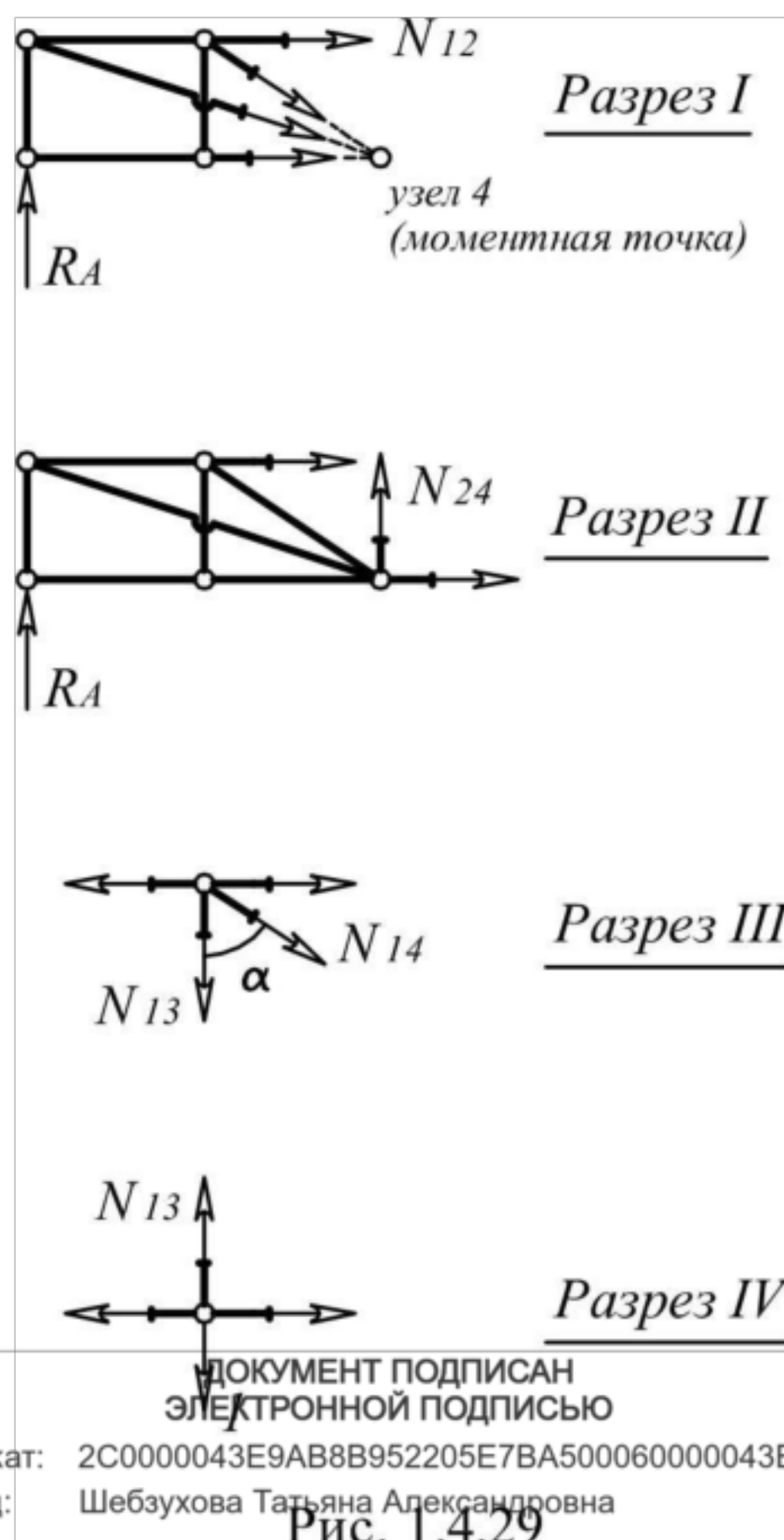
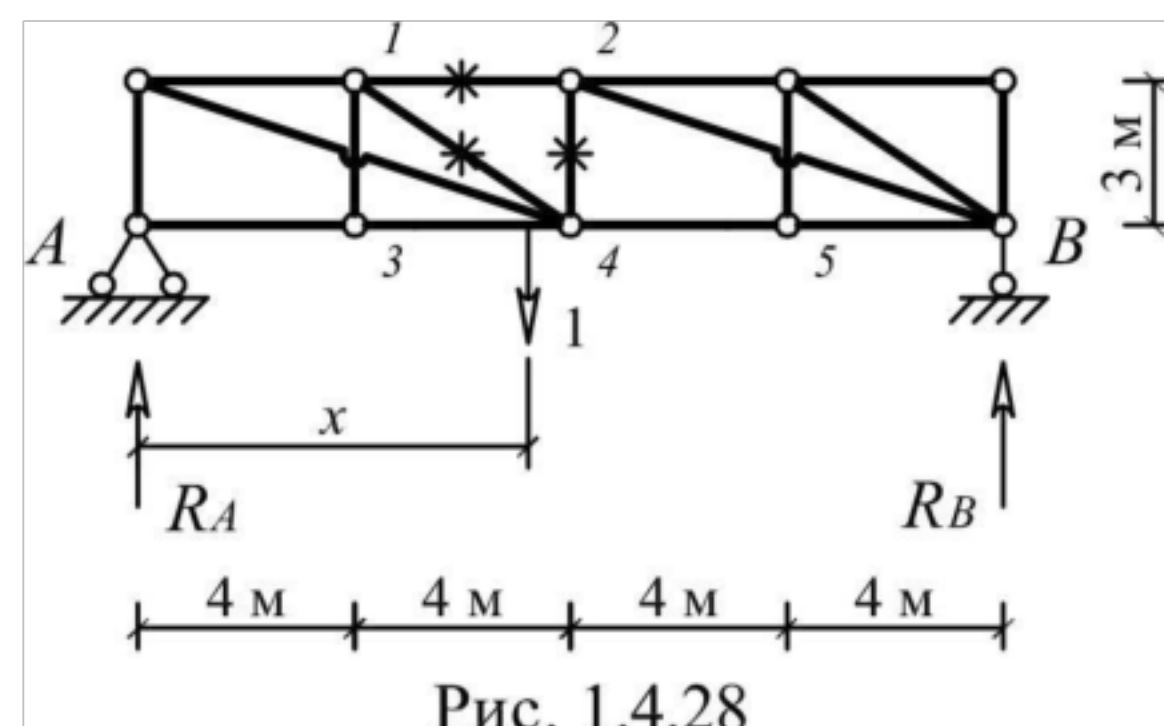
$$\sum Y = 0$$

$$N_{13} - 3 - 0 =$$

$$N_{13} = 3 \text{ кН}$$

$$N_{14} = -N_{13} / \cos \angle = -3 / (3/5) = -5 \text{ кН.}$$

б) Линии влияния усилий для отмеченных на схеме стержней



$$M_4 = 0$$

$$N_{12} = -R_A = -(8/3)$$

(уравнение правой ветви)

$$\sum Y = 0$$

$$N_{24} = -R_A$$

(уравнение правой ветви)

$$\sum Y = 0$$

$$N_{14} = -N_{13} = (5/3)$$

$$\sum Y = 0$$

$$N_{13} = 1$$

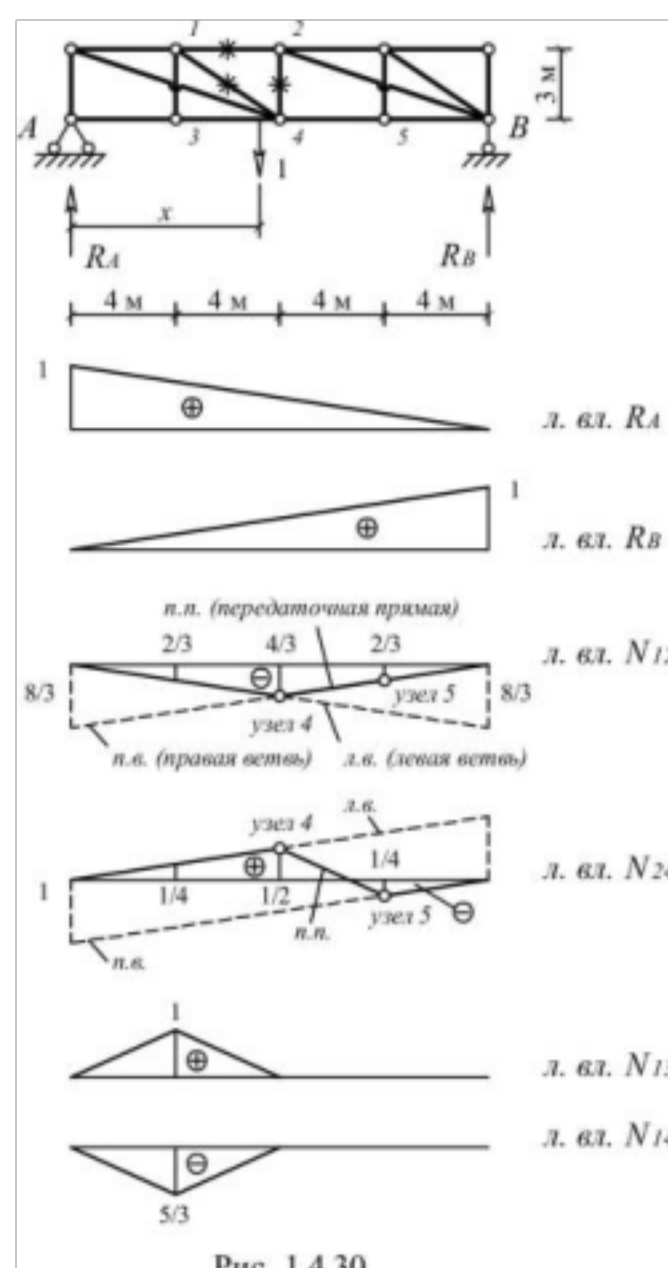


Рис. 1.4.30

в) Определение усилий в отмеченных стержнях по формуле влияния от сил  $F=3$  кН.

$$N_{12} = (3) - (\square 2/3) = (3) - (\square 4/3) = (3) - (\square 2/3) = 8 \text{ кН},$$

$$N_{24} = (3) - (1/4) = (3) - (1/2) = (3) - (\square 1/4) = 1,5 \text{ кН},$$

$$N_{13} = (3) - (1) = 3 \text{ кН},$$

$$N_{14} = (3) - (\square 5/3) = 5 \text{ кН}.$$

Проанализировав нагрузки в стержнях фермы, определяем наиболее нагруженный из них. При контроле состояния фермы измерения выполняются в стержнях, которые испытывают максимальные нагрузки и в которых в зависимости от прочности конструкции – возможны превышения допустимых нагрузок.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043F9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

## Содержание отчета

### 1. Наименование и цель практического занятия

2. Индивидуальное задание на практическое занятие
3. Определение сил нагружения конструктивных элементов фермы
4. Выводы

### **Контрольные вопросы**

1. Какие виды ферм известны?
2. Какие методы используются при исследовании силового нагружения фермы?
3. При каких условиях рассматривается равновесия в системе?
4. Каким деформациям подвергаются конструктивные элементы фермы?
5. Характеристики наиболее опасного сечения фермы?

### **Практическое занятие №5**

#### **Тема 5. Исследование нагружения бруса продольными силами**

**Цель работы:** изучить методы определения наиболее нагруженного сечения бруса продольными силами

### **Программа работы**

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое занятие.
2. Изучить методические указания по выполнению работы.
3. Построить математическую модель объекта контроля и измерений при обследовании качества и надежности функционирования бруса с указанием его основных параметров.
4. Установить нагрузки бруса при действии на него продольных сил.
5. Определить опасное сечение бруса и место установки средств контроля и измерения
6. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

### **Методические указания**

*Эпюрой сил* называется график, показывающий, как изменяется сила по длине бруса. *При растяжении и сжатии* в поперечных сечениях бруса возникает единственный внутренний силовой фактор – *продольная сила*.

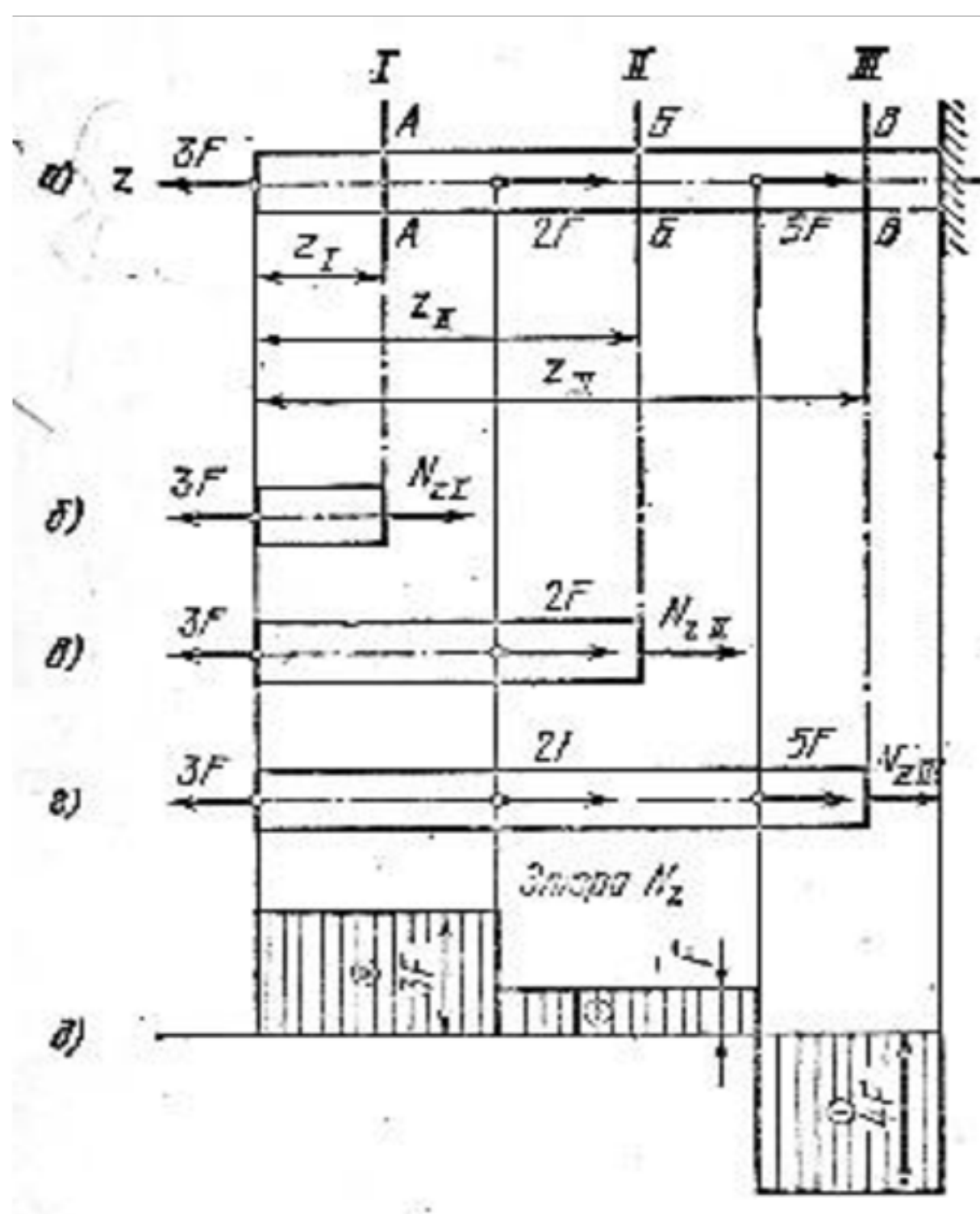
*Правило знаков:* продольная сила, направленная от сечения (при растяжении), считается положительной; продольная сила, направленная к сечению (при сжатии), считается отрицательной.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рассмотрим пример построения эпюры продольной силы для бруса, изображённого на рисунке 5.1.



На расстоянии  $z_I$ ,  $z_{II}$  и  $z_{III}$  от левого торца мысленно проведём три сечения, разделяющие брус на три участка нагружения:

I участок – между точками приложения сил  $3F$  и  $2F$ ;

II участок – между точками приложения сил  $2F$  и  $5F$ ;

III участок – от точки приложения силы  $5F$  до заделки.

Составим уравнения равновесия для трёх участков:

I участок:  $3F - N_{zI} = 0$ , откуда  $N_{zI} = 3F$ .

III участок:  $3F - 2F - 5F - N_{zIII} = 0$ , откуда  $N_{zIII} = -4F$ .

На участке I брус работает на растяжение, на участке II – на растяжение, на участке III – на сжатие.

Для построения эпюры продольных сил параллельно оси бруса проводим линию, выше которой будем откладывать в выбранном масштабе положительные значения  $N_z$ , ниже – отрицательные.

В пределах каждого участка нагружения продольная сила постоянна, поэтому на эпюре изобразится линией, параллельной оси бруса.

К аналогичным результатам можно прийти, если оставлять правую часть бруса, отбрасывая левую, но при этом надо предварительно найти реакцию заделки.

Для бруса переменного сечения нормальные напряжения в различных сечениях неодинаковы, поэтому возникает задача отыскания опасного сечения, в котором возникают наибольшие напряжения. Для этого строят *эпюру нормальных напряжений* – диаграмму изменения напряжений по длине бруса. Эпюру нормальных напряжений строят после построения эпюры продольных сил, так как величину напряжения можно определить, зная величину продольной силы и площадь поперечного сечения:

$$\sigma = \frac{N_z}{F}$$

$$\sigma = \frac{N_z}{F} \tag{5.2}$$

Для построения эпюры напряжений последовательно определяют  $\sigma$  для каждого участка, параллельно оси бруса проводят линию, выше которой в выбранном масштабе откладывают полученные положительные значения  $\sigma$ , ниже – отрицательные.

### Задание к практической работе

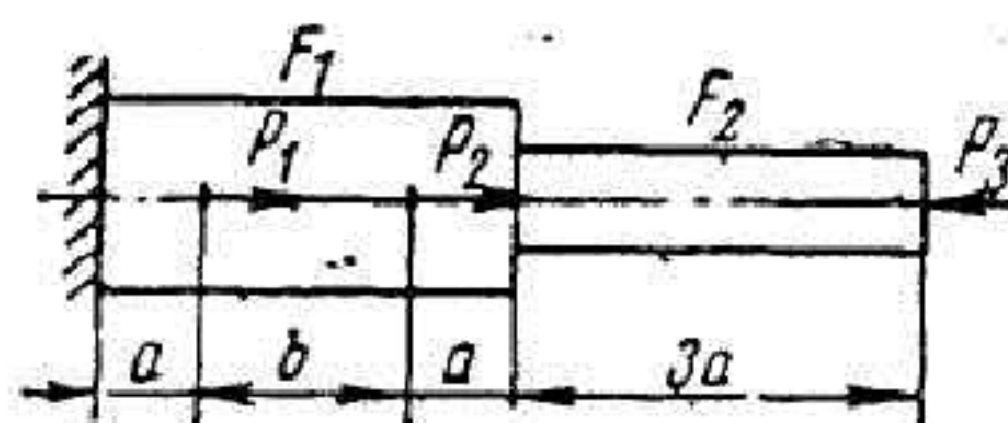
Для бруса, указанного на рисунке 5.2 построить эпюры продольных сил и напряжений. Определить участок наибольшего нагружения.

Таблица 5.1. – Исходные данные

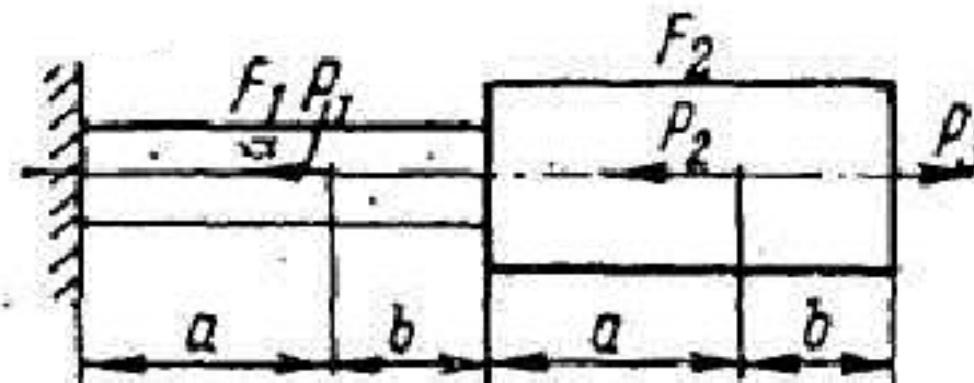
| Вариант задания | Значение сосредоточенной нагрузки, кН |       |       | Площадь сечения, мм <sup>2</sup> |            | Длина участка, м |     |
|-----------------|---------------------------------------|-------|-------|----------------------------------|------------|------------------|-----|
|                 | $P_1$                                 | $P_2$ | $P_3$ | $F_1(F_2)$                       | $F_2(F_1)$ | $a$              | $b$ |
| 1               | 40                                    | 42    | 20    | 300                              | 200        | 0,3              | 0,2 |
| 2               | 16                                    | 15    | 10    | 200                              | 120        | 0,2              | 0,4 |

|   |    |    |    |     |     |     |     |
|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 3 | 15 | 14 | 9  | 180 | 110 | 0,1 | 0,5 |
| 4 | 14 | 16 | 11 | 220 | 100 | 0,3 | 0,6 |
| 5 | 17 | 13 | 8  | 170 | 100 | 0,2 | 0,4 |
| 6 | 30 | 10 | 20 | 300 | 200 | 0,3 | 0,2 |
| 7 | 28 | 12 | 22 | 320 | 180 | 0,6 | 0,4 |

| Вариант задания | Значение сосредоточенной нагрузки, кН |       |       | Площадь сечения, мм <sup>2</sup> |            | Длина участка, м |     |
|-----------------|---------------------------------------|-------|-------|----------------------------------|------------|------------------|-----|
|                 | $P_1$                                 | $P_2$ | $P_3$ | $F_1(F_2)$                       | $F_2(F_1)$ | $a$              | $b$ |
| 8               | 32                                    | 14    | 21    | 280                              | 210        | 0,3              | 0,3 |
| 9               | 10                                    | 12    | 30    | 200                              | 300        | 0,3              | 0,4 |
| 10              | 12                                    | 8     | 28    | 190                              | 310        | 0,3              | 0,6 |



a)



б)

**Рисунок 5.2. Варианты конструктивного исполнения бруса**

### Содержание отчета

1. Наименование и цель практического занятия
2. Индивидуальное задание на практическое занятие
3. Определение сил нагружения бруса.
4. Выводы

### Контрольные вопросы

1. Какие параметры характеризуют брус?
2. Какие методы используются при исследовании силового нагружения бруса?
3. При каких условиях рассматривается равновесия в сечении бруса?
4. Каким деформациям подвергаются конструктивные элементы бруса?
5. Характеристика наиболее опасного сечения бруса?

Документ подписан  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

## Практическое занятие №6

### Тема 6. Исследование нагружения бруса крутящими моментами

**Цель работы:** изучить метод построения эпюр крутящих моментов и установить участок максимального нагружения вала.

#### Программа работы

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое занятие.
2. Изучить методические указания по выполнению работы.
3. Установить нагрузки вала при действии на него крутящих моментов.
4. Определить опасное сечение вала и место установки средств контроля и измерения
5. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

#### Методические указания

*При кручении* в поперечных сечениях бруса возникает единственный внутренний силовой фактор – *крутящий момент*. Брус, работающий на кручение, называется *валом*. Построение эпюр крутящих моментов аналогично построению эпюр продольных сил.

*Правило знаков:* крутящий момент считается положительным, если он стремится повернуть сечение по часовой стрелке; крутящий момент считается отрицательным, если он стремится повернуть сечение против часовой стрелки.

Построение эпюры крутящих моментов рассмотрим на примере рисунка 6.1. Воспользуемся методом сечений и определим крутящие моменты на трёх участках нагружения:

$$\text{I участок: } M_{z\text{I}} = -M.$$

$$\text{II участок: } M_{z\text{II}} = -M = 3M, \text{ откуда}$$

$$M_{z\text{II}} = 2M. \quad (6.1)$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

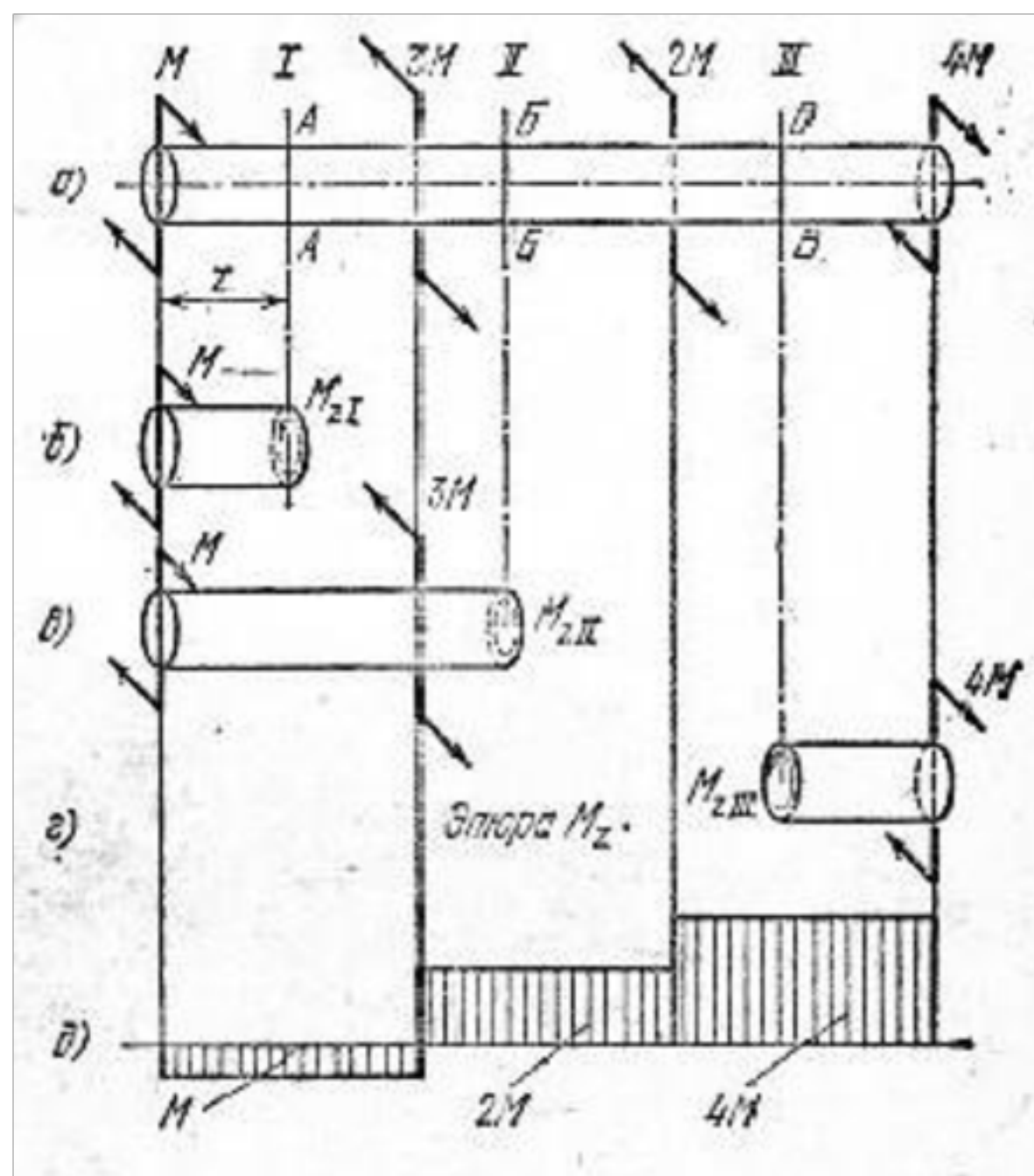
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

III участок:

$M_{zIII} = -M - 3M - 2M$ , откуда

$M_{zIII} = -4M$ .



Для построения эпюры крутящих моментов параллельно оси вала проводим линию, выше которой будем откладывать в выбранном масштабе положительные значения  $M_z$ , ниже — отрицательные.

В пределах каждого участка нагружения крутящий момент постоянен, поэтому на эпюре изобразится линией, параллельной оси вала. В точках приложения сосредоточенных внешних вращающих моментов на эпюре моментов имеются «скачки», равные

**Рисунок 6.1.**

внешнему приложенному моменту. Опасными будут все сечения третьего участка.

Для вала переменного сечения возникает задача отыскания опасного сечения, в котором возникают наибольшие напряжения. Для этого строят *эпюру касательных напряжений* — диаграмму изменения напряжений по длине бруса. Эпюру касательных напряжений строят после построения эпюры крутящих моментов, так как величину напряжения можно определить, зная величину крутящего момента и момент сопротивления сечения:

$$\tau = \frac{M_z}{W} = \frac{M_z}{0,2d^3} \quad (6.2)$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

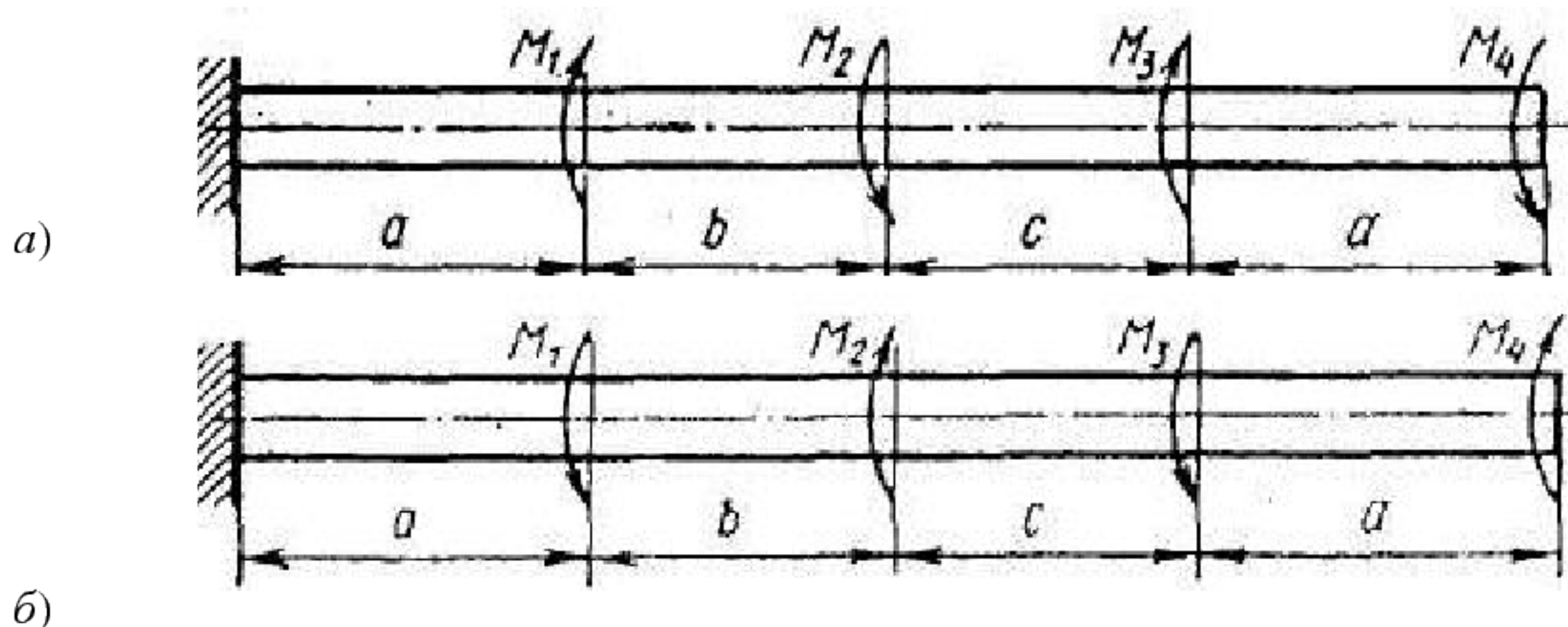
Для построения эпюры напряжений последовательно определяют  $\tau$  для каждого участка, параллельно оси вала проводят линию, выше которой в выбранном масштабе откладывают полученные положительные значения  $\tau$ , ниже – отрицательные.

### Задание к работе

Построить эпюры крутящих моментов и максимальных касательных напряжений для вала, изображённого на рисунке 6.2. Определить участок наибольшего нагружения.

**Таблица 6.2. – Исходные данные**

| Вариант задания | Длины, участков, м |     |     | Моменты, кН·м |       |       |       | [ $\tau$ ], МПа |
|-----------------|--------------------|-----|-----|---------------|-------|-------|-------|-----------------|
|                 | $a$                | $b$ | $c$ | $M_1$         | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |                 |
| 1               | 0,1                | 0,5 | 1,2 | 1,4           | 1,2   | 1,3   | 1,2   | 40              |
| 2               | 0,3                | 0,6 | 1,3 | 2,1           | 1,3   | 1,4   | 1,3   | 45              |
| 3               | 0,2                | 0,4 | 1,4 | 1,2           | 1,7   | 2,3   | 1,4   | 50              |
| 4               | 0,3                | 0,2 | 1,5 | 1,3           | 1,8   | 1,3   | 1,5   | 55              |
| 5               | 0,6                | 0,4 | 1,6 | 1,4           | 1,9   | 1,7   | 1,6   | 60              |
| 6               | 0,3                | 0,3 | 1,7 | 2,3           | 2,0   | 1,8   | 1,7   | 65              |
| 7               | 0,3                | 0,4 | 1,8 | 1,5           | 1,1   | 1,4   | 1,8   | 35              |
| 8               | 0,3                | 0,6 | 1,9 | 1,2           | 1,2   | 1,6   | 1,9   | 40              |
| 9               | 0,3                | 0,2 | 2,0 | 1,6           | 1,3   | 1,6   | 2,0   | 45              |
| 10              | 0,2                | 0,4 | 1,1 | 1,1           | 1,1   | 1,2   | 1,1   | 35              |



**Рисунок 6.2. Варианты конструктивного исполнения вала**

## Содержание отчета

1. Наименование и цель практического занятия
2. Индивидуальное задание на практическое занятие
3. Определение сил нагружения вала
4. Выводы

## Контрольные вопросы

1. Какие параметры характеризуют вал?
2. Какие методы используются при исследовании силового нагружения вала?
3. При каких условиях рассматривается равновесия в сечении вала?
4. Каким деформациям подвергаются конструктивные элементы вала?
5. Характеристики наиболее опасного сечения вала?

## Практическое занятие №7

### Тема 7. Метрологическое моделирование для исследования качества производства строительных материалов

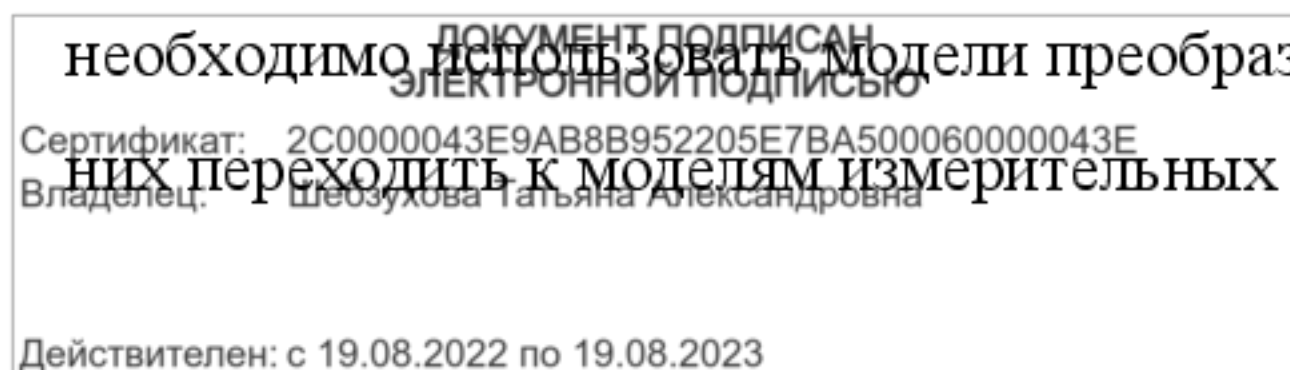
**Цель работы:** изучить метод метрологическое моделирование для исследования качества производства строительных материалов.

## Программа работы

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое занятие.
2. Изучить методические указания по выполнению работы.
3. Определить номинальную и нормативную модель на процесс производства строительных материалов.
4. Определить метрологическую модель процесса производства строительных материалов.
5. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

## Общие теоретические положения

Для разработки методики выполнения измерений контролируемых параметров изделия (шпал) необходимо создать модели процесса измерения и ее объекта, и тех геометрических параметров, измерения которых собираются производить. Для создания средства измерений необходимо использовать модели преобразования сигналов измерительной информации, а от них переходить к моделям измерительных преобразователей и приборов.



Измерения геометрических параметров шпал, если их рассматривать с позиций моделирования сводятся к использованию результатов измерений для построения модели, которая адекватно отражают основные свойства и ее параметры. Модель шпалы должна отражать отдельную физическую величину, их совокупность (комплекс) или определенным образом построенную систему физических величин, принадлежащих одному объекту (изделию, процессу). Модель объекта может создаваться на основании априорной информации, но, как правило, корректируется по результатам измерений (рис. 7.1). Полная структура и вид модели можно считать созданной, если предусмотрены все варианты происхождения дефекта и контроля выполнения допусков на параметры при измерениях.

Построение модели объекта следует осуществлять на базе системного подхода, который предусматривает разделение системы как по иерархическим уровням, так и по "срезам" системы (морфологический, функциональный, информационный, процессуальный и прагматический). Структурные и функциональные свойства любой системы взаимно дополняют друг друга, поскольку без знания структуры сложной системы нельзя представить ее как целое, а с другой стороны, невозможно определить структуру системы без опоры на закономерности ее функционирования.

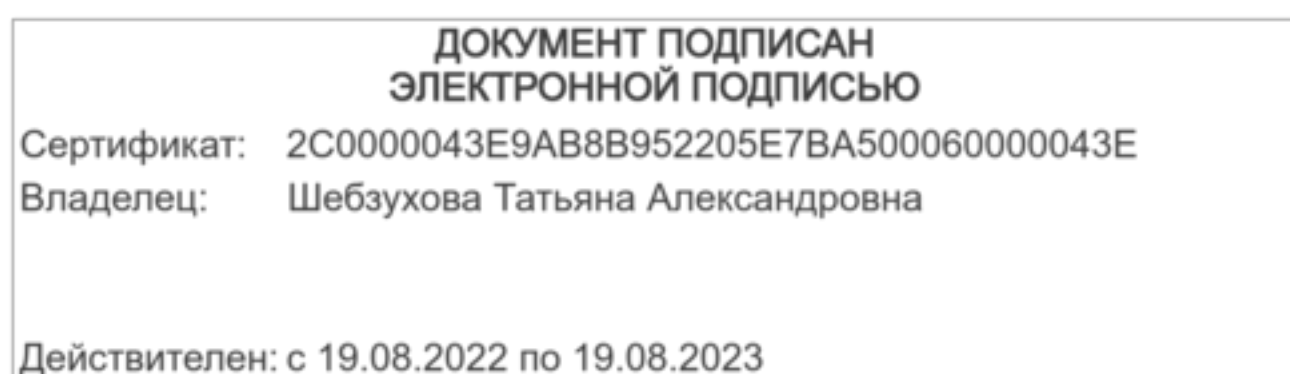
Когда структурная модель формирования поиска метрологической или экспериментальной модели построена, необходимо проверить справедливость всех принятых при ее построении допущений как общих, так и конкретных. Как правило, для одной и той же системы можно предложить несколько конкурирующих моделей (схем). Какая из них будет лучше, зависит от множества факторов, определяющих соответствие (адекватность) предложенной модели и исследуемой системы.

Адекватность экспериментальной модели может рассматриваться в разных аспектах:

адекватность по цели, т.е. модель соответствует целям исследования;

адекватность по исходным данным, когда они могут быть получены в достаточном объеме с удовлетворительной точностью;

адекватность по полноте, т.е. в модели включены все необходимые для исследования переменные, а также учтены связи между переменными;



адекватность по управлению, когда модель включает все необходимые регулируемые переменные и такие возможности их изменения, которые обеспечивают эффективное управление ходом исследования;

адекватность по результативности, т.е. с использованием модели возможно получать решения в приемлемые сроки, а при переносе которых на реальный объект прогнозируемые результаты воспроизводятся с достаточной точностью и представительностью.

Для метрологического моделирования главным свойством экспериментальная модели является адекватность по результативности, которая может быть обеспечена только при соблюдении всех предыдущих условий адекватности.

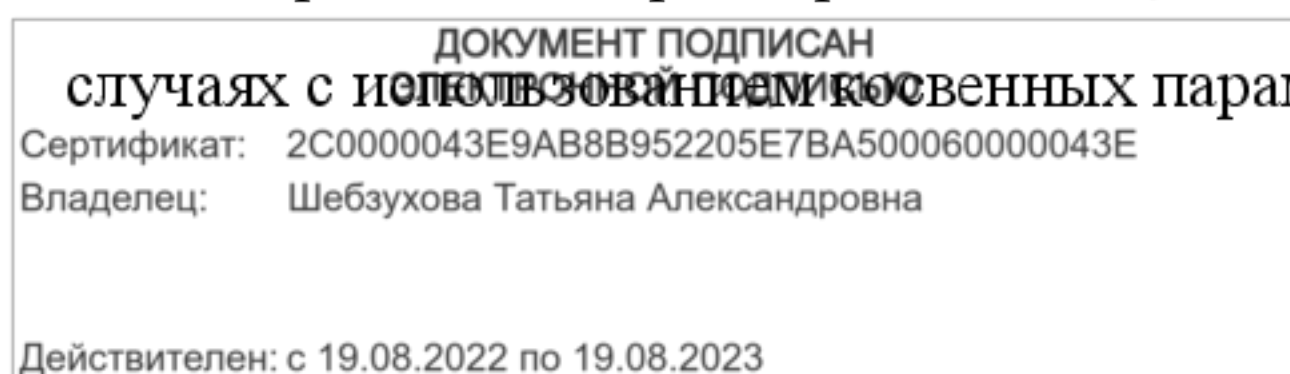
В метрологии фактически используют множество моделей объектов измерений, основными из которых можно считать нормативную модель объекта, аналитические модели (идеальную и реалистическую) и экспериментальную модель объекта.

Нормативная модель шпалы создается в процессе проектирования и оформляется чертежом (рис. 7.2 и 7.3), техническое описание, технические условия и т.д.

Так множество геометрических параметров шпал можно наблюдать при исследовании конструкторской документации на ее изготовления, а именно в рабочих чертежах на изделие (см. рис. 7.2 и 7.3). В реальной практике метрологическому контролю подвергается не все параметры изделия, отражаемые на его чертеже. Часть параметров фиксируются при общем осмотре и на эти параметры не накладываются допуски и особые требования. Обычно к таким параметрам относятся общие габариты изделия, линии контура и вспомогательных поверхностей (например, место под маркировку) и т.д. Поэтому условно все геометрические параметры изделия (в частности, в нашем примере - железобетонных шпал) следует разделить на несколько видов:

- общие параметры, подвергаемые внешнему осмотру на наличие, расположение, вид и отсутствие существенного отклонения от указанного в рабочей документации;
- геометрические наиболее важные контролируемые параметры функциональных элементов в конструкции, которые имеют существенное значение в назначении и эксплуатации изделия и имеющие допуски на параметры;
- геометрические параметры изделия, контроль которых может происходить в некоторых

случаях с использованием косвенных параметров и т.п.



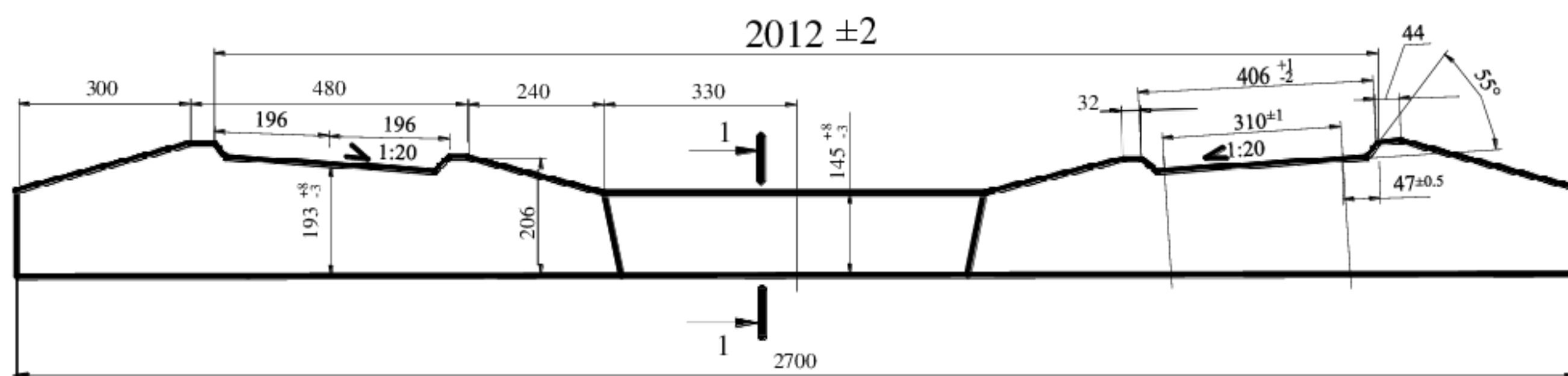


Рис. 7.2. Нормативная геометрическая модель шпалы.

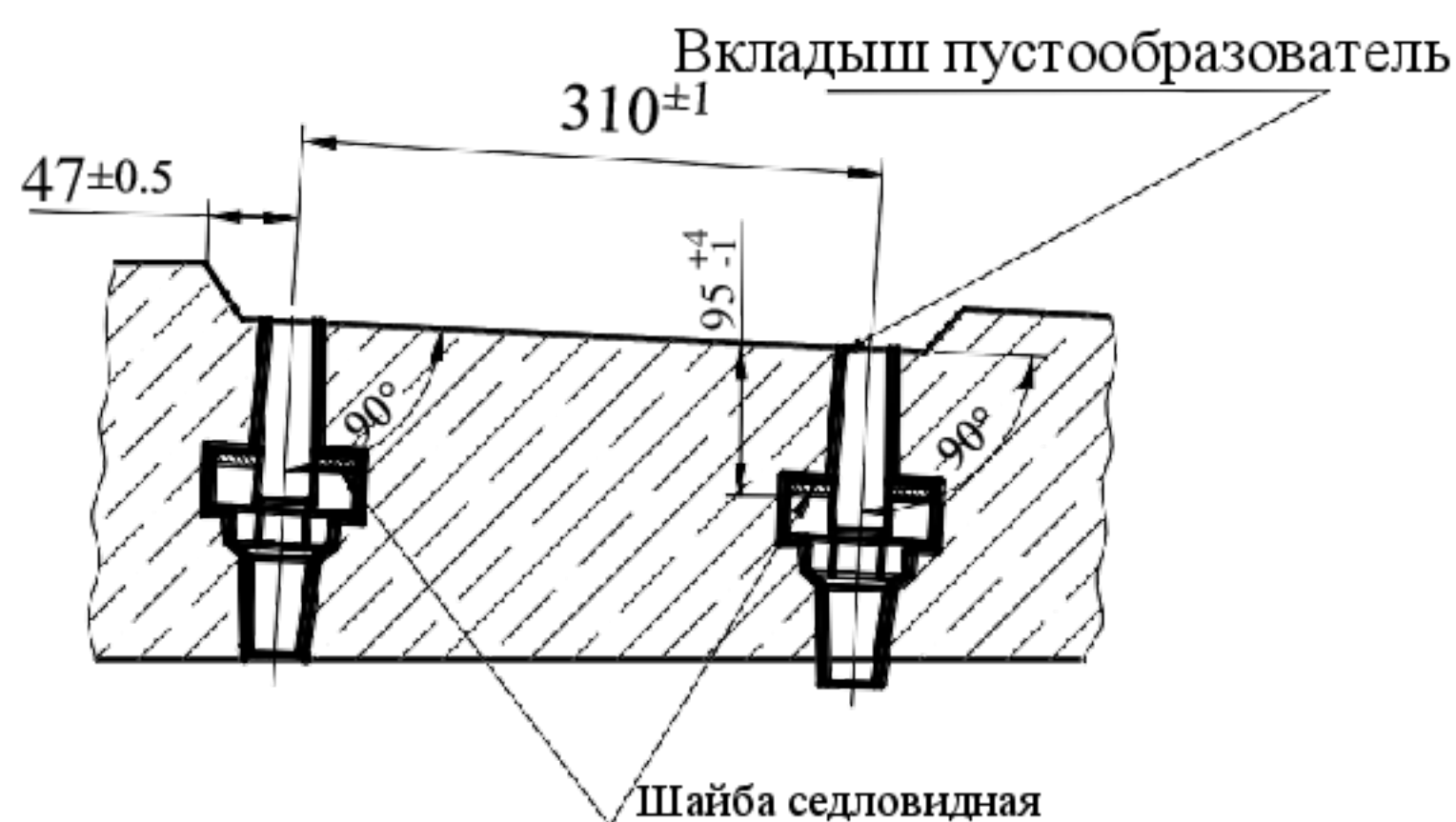
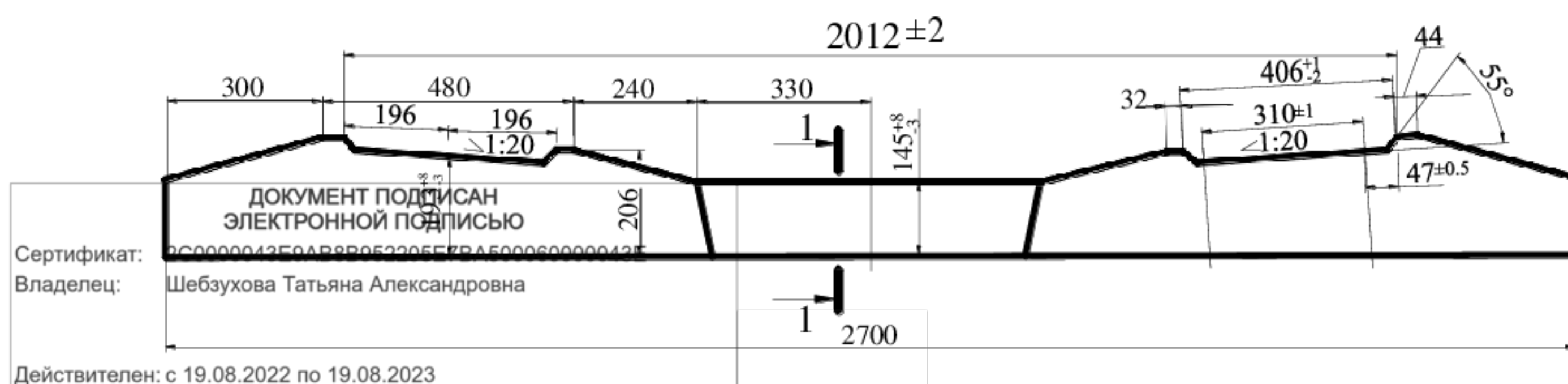


Рис. 7.3. Нормативная геометрическая модель подрельсовой части шпалы.

Основой для создания нормативной модели служит номинальная модель (рис. 7.4 и 7.5), которая устанавливает геометрические параметры объекта без определения требований к их точности. Нормативная модель содержит параметры  $X_j$  объекта (шпалы) и предназначена для контроля параметров при ее изготовлении. Эта же модель  $Q$  шпалы используется для технологического контроля параметров изготовления шпалы (результаты размеров или режимов технологических операций и/или технологического процесса в целом).



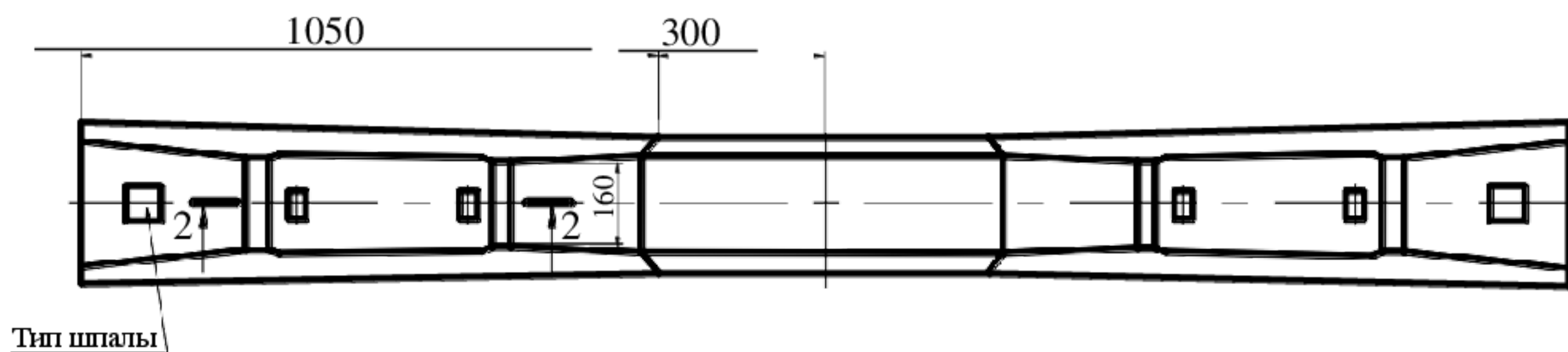


Рис. 7.4 Номинальная геометрическая модель шпалы первого типа. Общий вид.

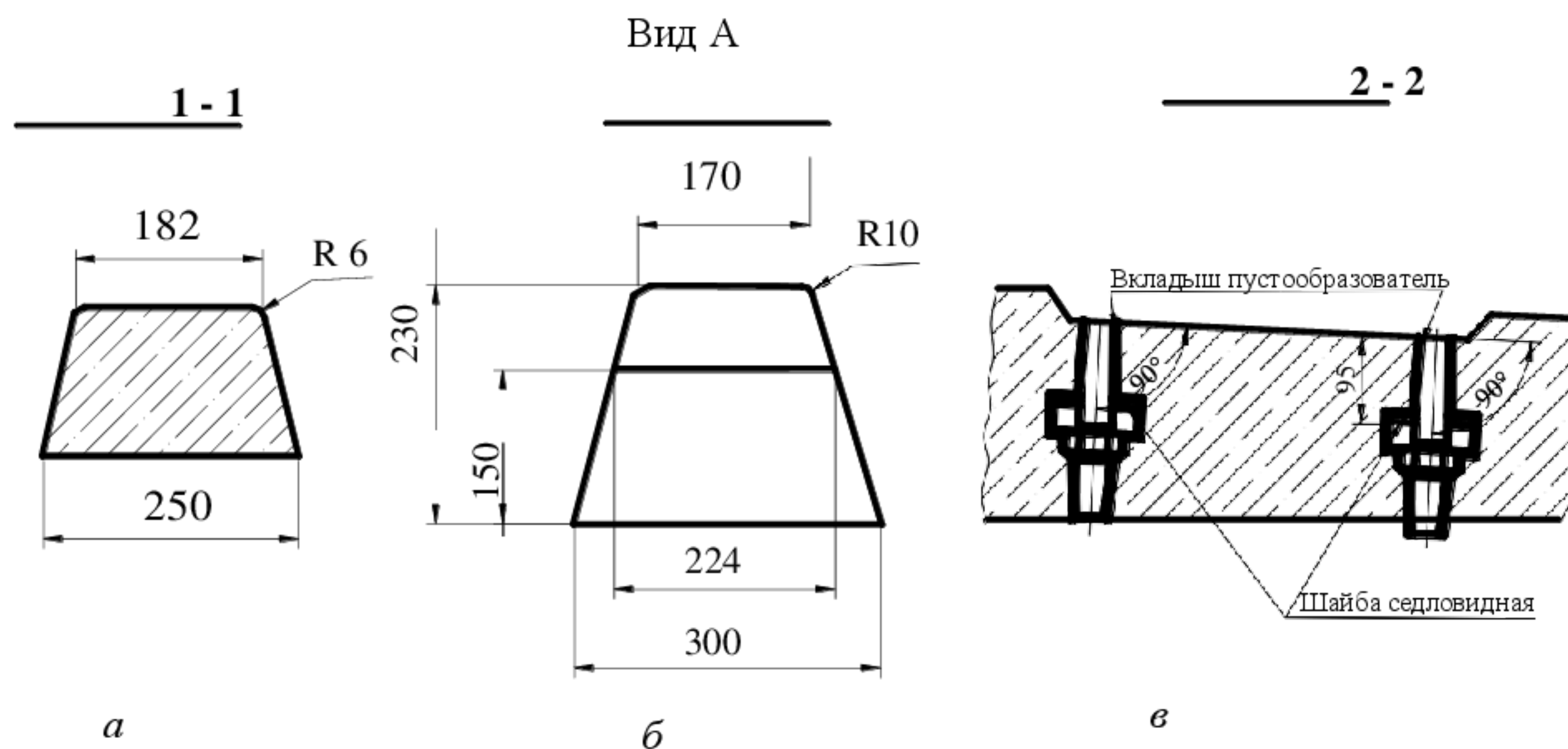


Рис. 7.5. Номинальные геометрические модели основных конструктивных элементов шпалы: а – поперечное сечение, б – вид сбоку, в - подрельсовая часть шпалы.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Метрологическая нормативная модель объекта (шпалы) **Q** полностью соответствует общей нормативной модели **W**, а единственным ее отличительным признаком является функциональное назначение (ее применяют при контроле), т.е. на ней отмечаются контролируемые параметры  $Q \rightarrow X_1, X_2, X_3 \dots X_n = \{X_j\}$ . Контроль объекта включает построение его экспериментальной модели и сопоставление ее с нормативной моделью для заключения о соответствии (годности), т.е. при  $Y_m \leq \leq Y_{max}$ , где  $Y_m, Y_{max}$  – допустимые значения каждого  $j$ -го контролируемого параметра.

Для поиска рационального варианта метрологической или экспериментальной модели изделия (шпалы) необходимо представить различные, вероятные, искажения параметров детали **B**, в нашем случае - шпалы. Так на рис. 7.6 представлено моделирование искажений подрельсовой части шпалы и способ контроля и измерения некоторых ее параметров.

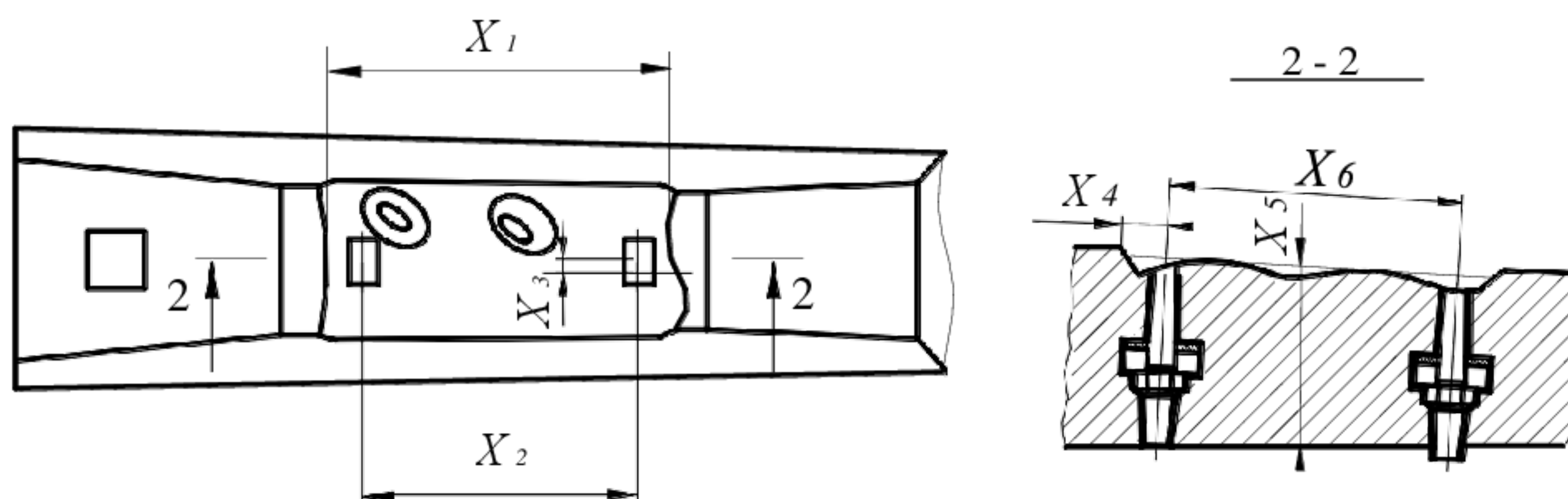


Рис.7.6. Моделирование искажений подрельсовой части шпалы и способ контроля и измерения некоторых ее параметров.

Неровности поверхности не позволяют однозначно устанавливать на плоскости подрельсовой части шпалы под подкладку и на ней рельсы. Неровности становятся причиной неустойчивого положения подкладки, а при движении по рельсу железнодорожных колес вагона: системы «вагон – шпала». Это приводит к износу шайб крепления шпалы к рельсу – и к износу и преждевременному выходу шпалы из строя.

По результатам детального анализа (рис.7.1) каждого контролируемого параметра устанавливают метрологическую или экспериментальную модель шпалы (рис. 7.7 и 7.8).

Данные модели позволяют установить все необходимые контролируемые параметры и способы их измерения.

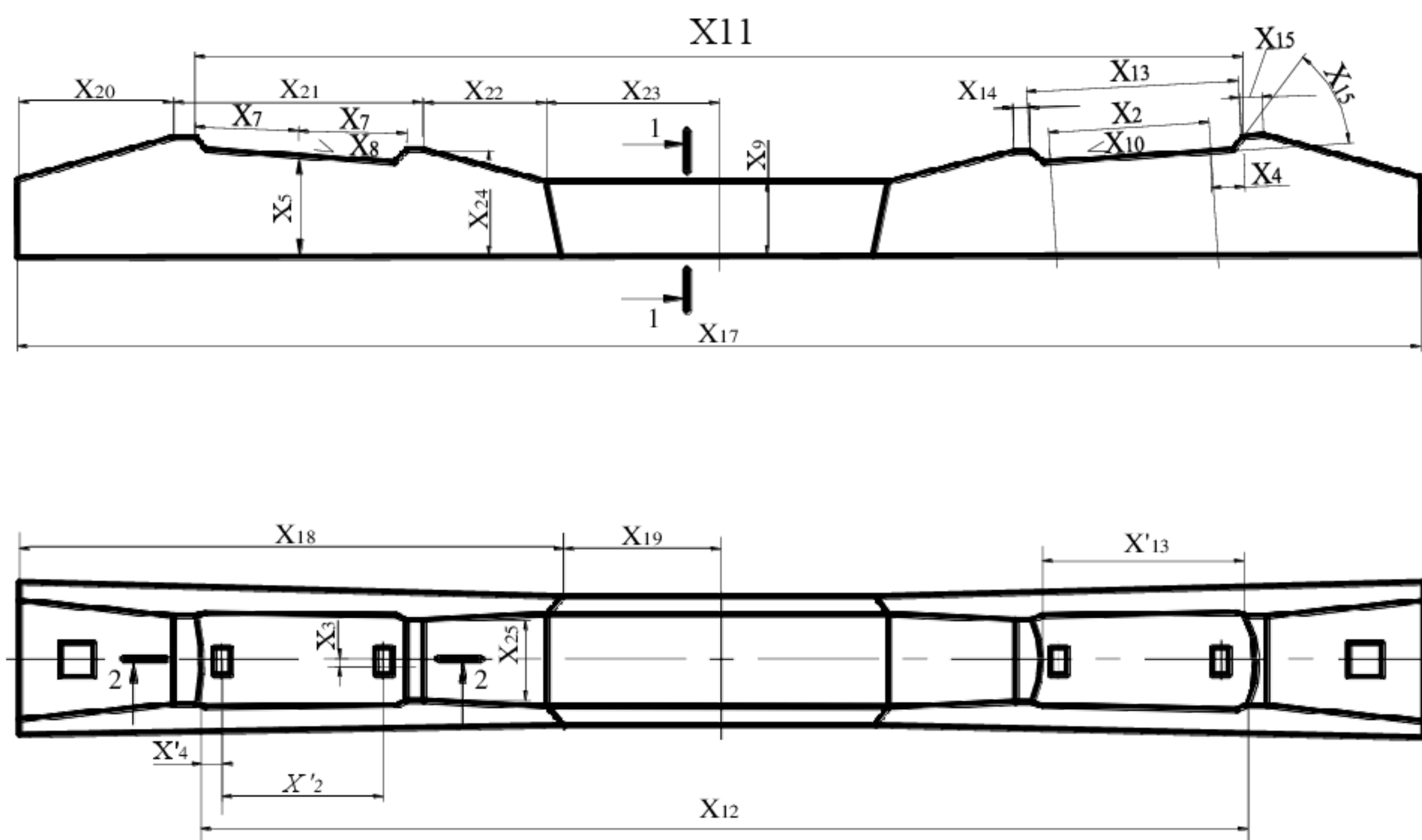


Рис. 7.7. Метрологическая модель шпалы.

2 - 2

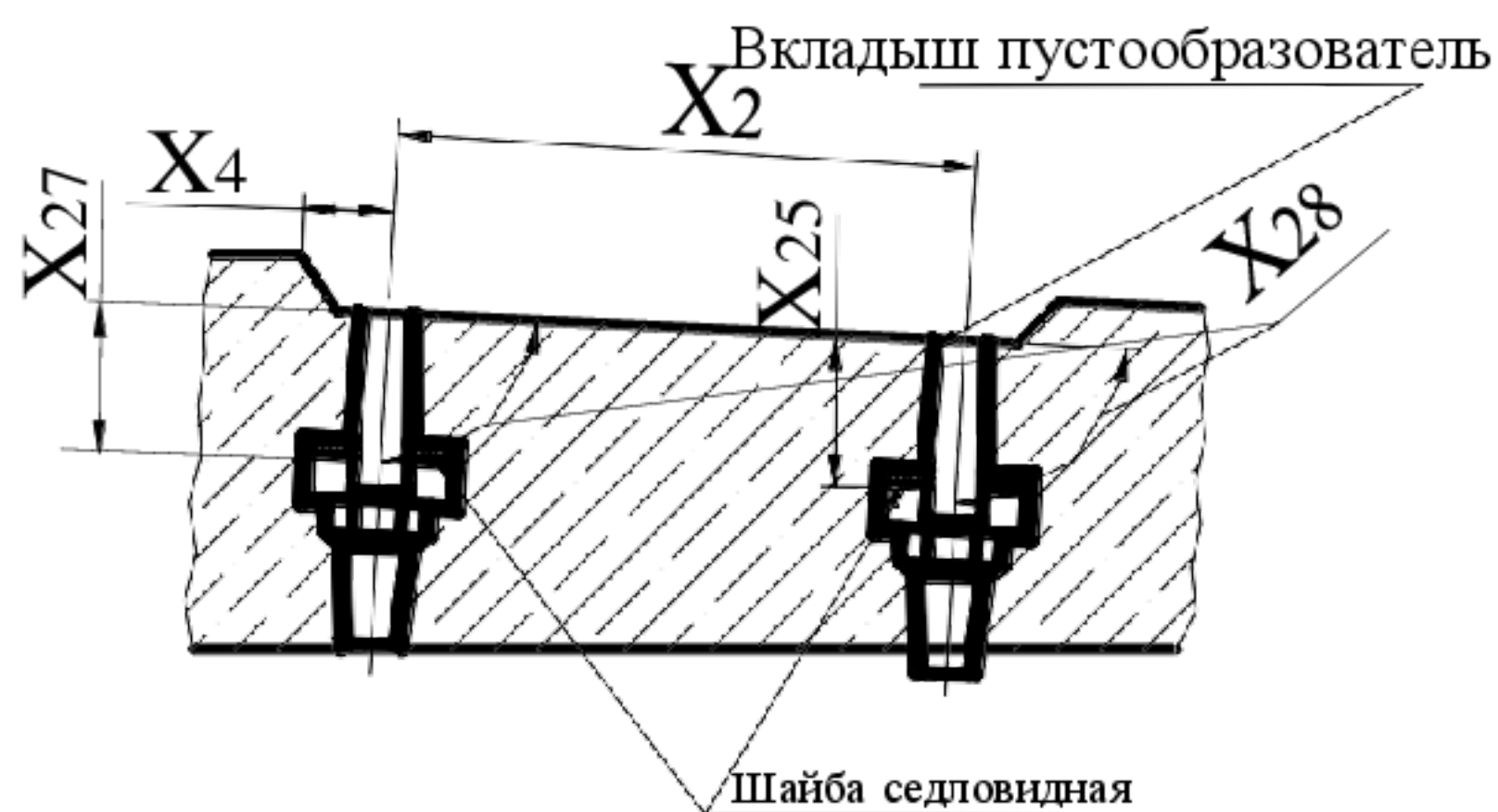


Рис. 7.8. Экспериментальная (метрологическая) геометрическая модель подрельсовой части шпалы.

## Методические указания

1. Необходимо изучить технологический процесс производства строительных материала-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат: 200000043E9A3B3932205E7BA50000000043E  
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна  
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2. Определить требования к технологическим режимам производства и установить номинальные (номинальная модель) и допустимые (нормативная) их параметры.
3. Исследовать вероятные технологические дефекты производства при нарушении технологических режимов выполнения процесса. Определить причины и способы не допущения их проявления в производстве через совершенствование метрологического обеспечения производства. Контролируемые параметры и способы (методы) их измерения должны предотвращать появление технологических дефектов.
4. Установить способы и методы контроля технологических режимов производства строительных материалов.
5. Определить характеристики контроля технологических режимов производства строительных материалов и сформировать метрологическую модель на производство одного или несколько контролируемых режимов.
6. Выполнить описание моделей номинальной, нормативной и метрологической.

### Индивидуальное задание

Для одной из известных технологий производства строительных материалов построить метрологическую модель контроля технологических режимов их изготовления.

## Содержание отчета

1. Наименование и цель практического занятия
2. Индивидуальное задание на практическое занятие
3. Определение номинальной, нормативной и метрологической моделей производства строительных материалов.
4. Выводы

## Контрольные вопросы

1. Какие параметры характеризуют качество производства строительных материалов?
2. Какие методы используются при исследовании качества метрологического обеспечения производства строительных материалов?
3. Что понимаем следовании качества метрологического обеспечения производства строительных материалов?

риалов?

5. Что понимаем под метрологической моделью процесса производства строительных материалов?
6. Что должна обеспечивать метрологическая модель процесса производства строительных материалов?

## **Практическое занятие №8**

### **Тема 8. Моделирование причинно-следственных связей между параметрами технологического процесса производства строительных материалов и показателями их качества**

**Цель работы:** изучить и освоить методы моделирования причинно-следственных связей между параметрами технологического процесса производства строительных материалов и показателями их качества

### **Программа работы**

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание на практическое занятие.
2. Изучить методические указания по выполнению работы.
3. Определить показателей качества материалов строительной индустрии и факторами (параметрами) технологического процесса производства строительных материалов.
4. Построение диаграммы Исикавы.
5. Оформить отчет, сделать выводы и подготовить выводы по работе

### **Методические указания**

Причинно-следственная диаграмма - диаграмма Исикавы или "рыбий скелет" - это графическое изображение (рис.8.1), помогающее идентифицировать и наглядно представить причины конкретных событий, явлений, проблем или результатов. Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы) разработана для наглядного представления соотношения между следствием, результатом и всеми возможными причинами, влияющими на них. Применение метода Исикавы к процессу обучения позволяет провести его структурирование, учитывая характер основных факторов, он может быть использован при системном анализе рассматриваемого процесса. Достоинством метода является наглядность и возможность определения узких мест в процессе обучения в зависимости от направления действия того или иного фактора. Диаграмма Исикавы используется как аналитический инструмент для отбора наиболее значимых факторов, сосредоточившись на которых, можно эффективней решать поставленную задачу. При построении диаграммы используем

Правило "шести М". В общем случае существуют следующие шесть возможных причин тех или иных результатов.

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023