

Лекция 2

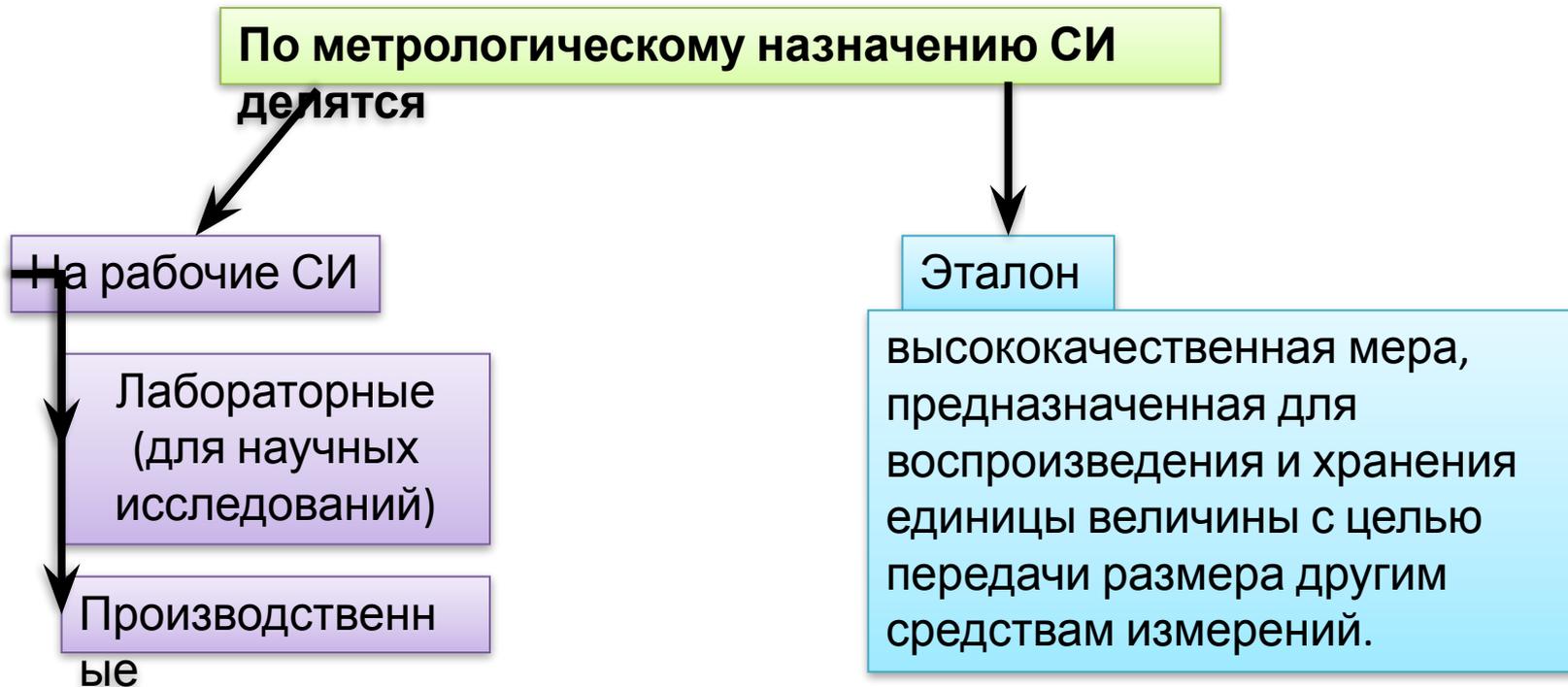
Средства измерений

Вопросы

1. Характеристики и классификация средств измерений.
2. Государственная система эталонов. Калибры. Система калибровки
3. Проверка и калибровка средств измерений.
4. Методы и средства измерений в строительстве.

Средства измерения (СИ) и их классификация

СИ - это техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные погрешности.



Характеристика средств измерений

СИ можно классифицировать по двум признакам:

По конструктивному исполнению:

- меры
- Измерительные преобразователи
- измерительные приборы
- измерительные установки
- измерительные системы

По метрологическому назначению.

К однозначным мерам можно отнести стандартные образцы (СО). (СО состава и свойств)

Категории стандартных образцов СО:

- межгосударственные;
- государственные;
- отраслевые;
- СО предприятия (организации).

Зависят от уровня утверждения и сферы применения

Виды СИ по конструктивному исполнению.

1 меры

СИ, предназначенные для воспроизведения физических величин заданного размера

Различают: Однозначные (гиря) и многозначные меры(миллиметровая линейка в мм и в см)

2 измерительные преобразователи

СИ, которые служат для преобразования сигнала в форму, удобную для обработки или хранения.

3 измерительные приборы

СИ которые позволяют получать измерительную информацию в форме удобной для восприятия.

Различают: Измерительные приборы прямого действия (манометр, термометр, вольтметр)

4 Измерительные установки и системы

совокупность СИ, объединенных по функциональному признаку со вспомогательными устройствами для измерения однозначной или нескольких физических величин объекта измерений.

5 Измерительные принадлежности вспомогательные СИ величины; Необходимые для вычисления поправок к результатам измерений, если требуется высокая степень

Метрологические свойства СИ

это свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность.

Показатели метрологических свойств являются их количественной характеристикой и называются метрологическими характеристиками.

1.

свойства,
определяющие область

Метрологические свойства

СИ

делят на две группы

2.

два главных свойства
точности

Основные метрологические свойства 1 группы

Диапазон измерений -

область значений величины, в пределах которых нормированы допускаемые пределы погрешности.

Значения величины, ограничивающие диапазон измерений, снизу или сверху (слева и справа), называют соответственно нижним и

Порог

чувствительности

и - наименьшее значение измеряемой величины, которое вызывает заметное изменение

выходного

правильность
результатов

прецизионность
результатов

Точность измерений СИ определяется их погрешностью.

Классификация нормируемых метрологических характеристик

Классификационный признак	Нормируемые метрологические характеристики
Показания на шкале средства измерений	Отметка шкалы, цена деления шкалы, диапазон показаний, диапазон измерений, чувствительность средства измерений, порог чувствительности
Качество измерений	Точность
Погрешности средств измерений	Абсолютные и относительные; систематические и случайные; статические и динамические; субъективные и объективные

Класс точности СИ - обобщенная характеристика, выраженная пределами допускаемых (основной и дополнительной) погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность. Классы точности конкретного типа СИ устанавливают в НД при их разработке.

Эталон и его классификация

Эталон — это высокоточная мера, предназначенная для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи размера другим средствам измерения.

Эталоны классифицируются на

Первичные

это эталон, воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью, возможной в данной области на современном уровне научно-технических достижений.

национальные (государственные)
международные

В России национальные эталоны утверждает Госстандарт РФ

Вторичные

получивший размер единицы путем сличения с первичным эталоном рассматриваемой единицы

Рабочие

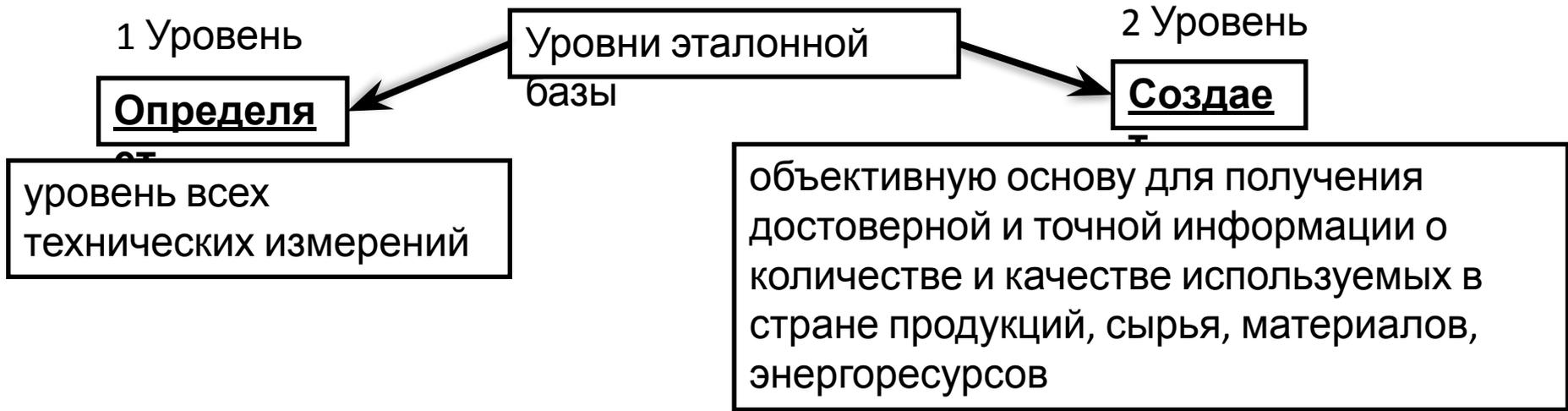
Высчитывают размер единицы от вторичных эталонов. Служат для передачи размера менее точному рабочему эталону и рабочим СИ.

Международные эталоны хранит и поддерживает **Международное бюро мер и весов (МБМВ)**

Задача МБМВ - состоит в систематических международных сличениях национальных эталонов крупнейших метрологических лабораторий разных стран с международными эталонами, а также между собой, что необходимо для обеспечения достоверности, точности и единства измерений как одного из условий международных экономических

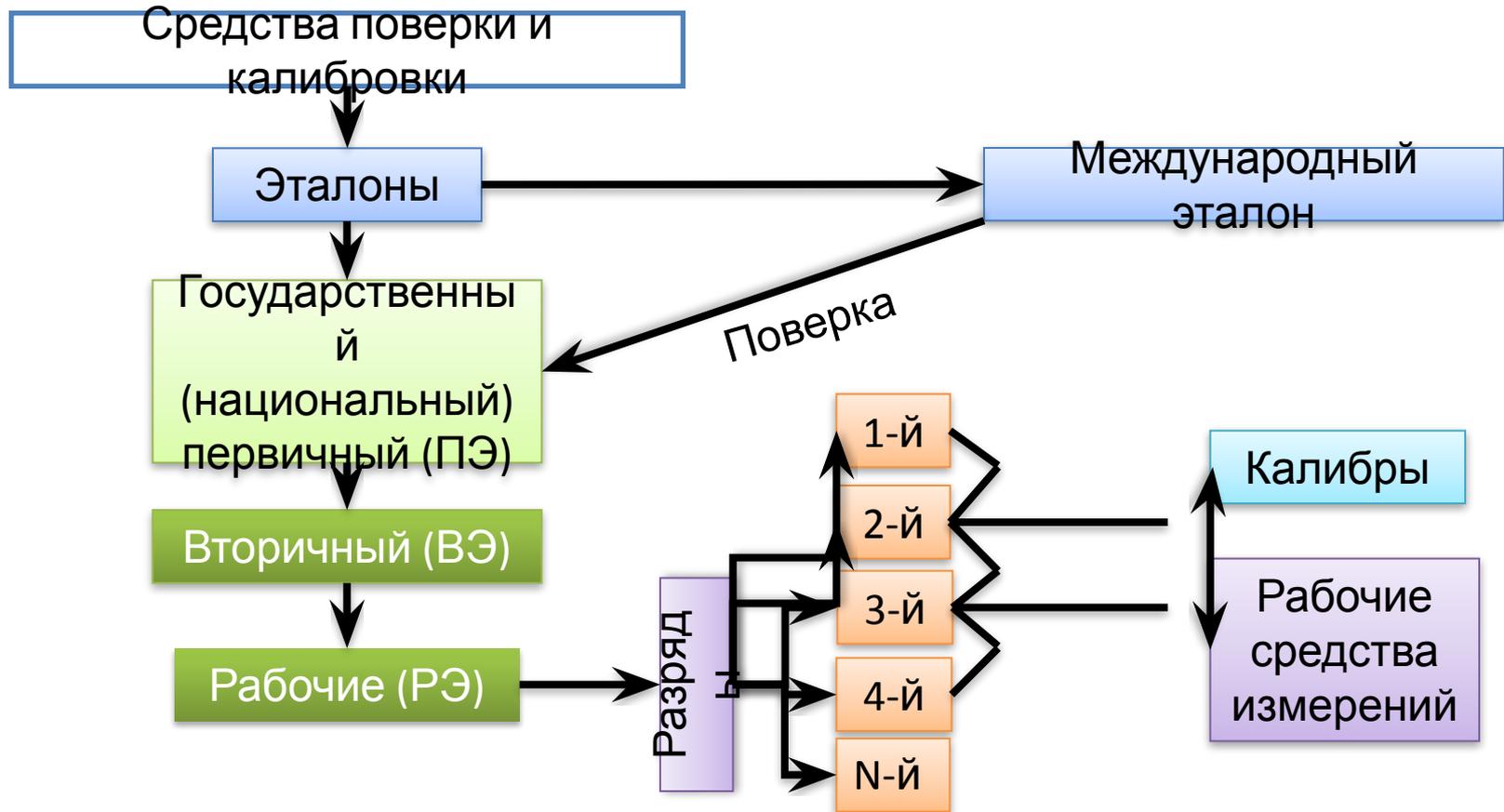
Государственные эталоны – национальное достояние, хранятся в метрологических институтах страны в специальных эталонных помещениях (режим по вместимости, температуре, вибрациям другим параметрам)

Эталонная база России – 122 государственных эталона, 250 вторичных эталонов, 80 установок высшей точности.



Поверка и калибровка средств измерений

Классификация средств поверки и калибровки



Поверка средств измерений (СИ)

Поверка СИ - это совокупность операций, выполняемая органами государственной метрологической службой.

ЦЕЛЬ:

определение и подтверждение соответствия СИ установленным обязательным

требованиям

Проверка –

совокупность действий, производимых с целью оценки погрешности СИ и установления

их пригодности

Средства измерений подвергаются

поверке

→ При выпуске из производства или
ремонте
→ При ввозе по
импорту
→ При продаже и выдаче на
прокат
→ При эксплуатации

Если СИ по результатам поверки признаны пригодным к применению, то на его техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма и выдается «Свидетельство о поверке»

Виды поверок

Первичная поверка - проводится для средств измерений утвержденных типов при выпуске их из производства, после ремонта.

Внеочередная поверка проводится при необходимости подтверждения пригодности средства измерений к применению в случае повреждения клейма или утери свидетельства о поверке.

Периодическая поверка проводится для средств измерений, находящихся в эксплуатации, через определенные межповерочные интервалы.

Экспертная поверка - проводится при возникновении разногласий по вопросам, относящимся к метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

Инспекционная поверка выполняется в рамках государственного надзора или ведомственного контроля.

Калибровка измерительных систем

Калибровку может осуществлять любая метрологическая служба (физическое лицо) при наличии условий для квалификационного выполнения этой работы

Калибровка (калибровочные работы) – совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору

Для проведения калибровочных работ создана Российская система калибровки (РСК)

Принципы построения

РСК

- Добровольность вступления
- Профессионализм и техническая компетентность субъектов РСК
- Самоокупаемость

Субъекты РСК

Метрологические службы юридических лиц , аккредитованные на право калибровки средств измерений

Государственные научные метрологические центры и органы ГМС

Госстандарт России- центральный орган РСК

Совещательный орган РСК – Совет РСК

Организация выполняющие калибровочные работы должна

ИМЕТЬ

✓ проверенные и идентифицированные средства калибровки:

- эталоны, установки и другие СИ. Они призваны обеспечить передачу размера единиц от государственных эталонов калибруемым СИ.

актуализированные документы, регламентирующие организацию и проведение калибровочных работ.

✓ документ на область аккредитации,

- документация на средства измерений и калибровки,
- нормативные документы ГСИ на калибровку, процедуры калибровки и использования ее данных;

✓ профессионально подготовленный и квалифицированный персонал и помещения удовлетворяющие нормативным требованиям

Результаты калибровки удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на СИ, или Свидетельством о калибровке, а так же записью в эксплуатационные документы

Метрологическая надежность и меж поверочные интервалы (МПИ)

Периодическая поверка.

```
graph TD; A[Периодическая поверка.] --> B[одна из основных форм поддержания СИ в метрологически исправном состоянии.]; C[Периодичность поверки должна быть согласна с требованиями к надежности СИ.]; D[Величина МПИ должна быть оптимальной, поскольку:]; E[частые поверки приводят к материальным и трудовым затратам на их организацию и проведение;]; F[редкие - могут привести к повышению погрешности измерений из-за метрологических отказов.]; D --> E; D --> F;
```

одна из основных форм поддержания СИ в метрологически исправном состоянии.

Периодичность поверки должна быть согласна с требованиями к надежности СИ.

Величина МПИ должна быть оптимальной, поскольку:

частые поверки приводят к материальным и трудовым затратам на их организацию и проведение;

редкие - могут привести к повышению погрешности измерений из-за метрологических отказов.

Межповерочные интервалы устанавливаются в календарном времени для СИ, изменение метрологических характеристик которых обусловлено старением и не зависит от интенсивности эксплуатации.

Значение МПИ выбирают из следующего ряда: 0, 25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 12; 6 к месяцев, где к - целое положительное число.

В настоящее время существует три основных пути определения выбора продолжительности МПИ:

1. на основе статистики отказов;

2. на основе экономического критерия;

3. произвольное назначение первоначального МПИ с последующей корректировкой в течение всего срока службы СИ.

Исходной информацией для определения МПИ

- данные о стоимости поверки и ремонта СИ
- об ущербе от изъятия СИ из эксплуатации
- об ущербе от использования метрологически неисправного прибора

1. Наиболее простым является метод, состоящий в произвольном назначении МПИ с последующей корректировкой

2. Первый МПИ выбирается в соответствии с рекомендациями нормативных документов государственных и ведомственных метрологических служб.

Последующее значение МПИ определяются путем корректировки первого интервала с учетом результатов проведенных поверок большого числа однотипных СИ.

Методы и средства измерений в строительстве

Основные механические характеристики строительных материалов

Прочност

ь

Упругост

ь

Твердост

ь

Хрупкост

ь

Изнашиваемос

ть

Выносливос

ть

Вязкост

ь

Ползучест

ь

Каждая характеристика оценивается
отдельно

Общие методы испытаний (измерений) механических характеристик

- Статистические методы на сжатие, растяжения, изгиб, кручение
- Динамические испытания
- Испытания на усталость
- Испытание на твердость
- Испытание на ползучесть и длительную прочность
- Технологические испытания.
- Определяют пригодность материала для определенного технологического процесса

Приборы для измерения силы и их поверка

В строительстве силоизмерительные приборы и машины по принципу действия выделяют в три основные группы

Приборы, основанные на уравнивании измеряемой силы силой тяжести

(динамометры, прибор Михаэлиса, машины МИИ -100)

Приборы воспринимающие измеряемую силу с последующим преобразованием возникающей деформации в показания

прибора
Преобразователи:

- Механические
- Потенциометрические
 - Индуктивные тензометрические
- Пьезоэлектрические

Приборы основанные на измерении

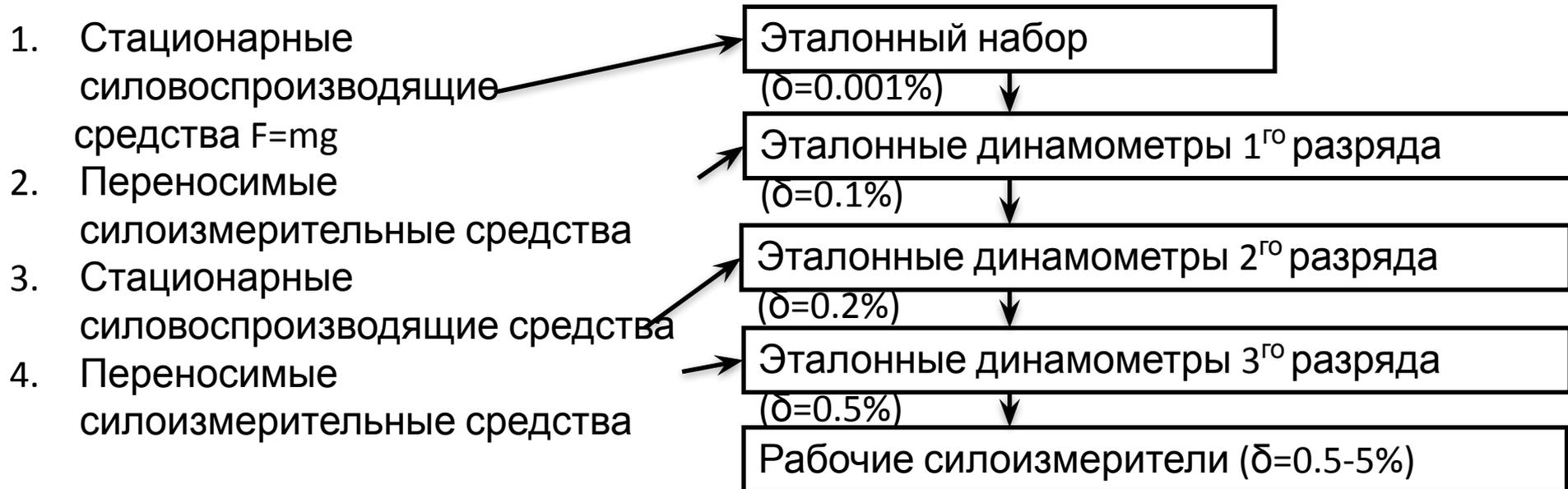
давления

- Гидравлические прессы (25-5000 кН рабочее пространство 250-1200мм размеры опорных плит 160x160 550x550мм)
- Рычажные грузовые устройства (ползучесть и долговременная прочность)

Поверки средств измерения силы

Главное звено поверочной схемы – государственный первичный эталон единицы силы. Включает в себя четыре эталонных установки. Диапазон измерений $10\text{-}10^6\text{ Н}$

Принцип построения поверочной схемы



Не разрушающие методы контроля прочности бетона

Они основаны на зависимостях между прочностью бетона на сжатие и его твёрдостью, упругостью и прочностью на растяжение (отрыв)



методы пластических

Основаны на применении различных молотков (молоток конструкции И.А. Физделя)

Эталонный молоток конструкции К.П. Кашкарова

Приборы маятникового типа ДПГ-4 , УМП)

Прочность бетона оценивается по среднему размеру , диаметру или длине лунки после удара определенной силы по поверхности бетона.

метод отрыва

Основан на зависимости между прочностными свойствами бетона и усилием , которое необходимо для вырывания из тела бетона анкера с частью бетона (пресс-насос ГПНВ-5 усилие вырыва 55кН)

методы определения динамического модуля упругости

Основаны на измерении скорости распространения упругих волн в бетоне

(ультразвуковой метод) $U = \sqrt{E/\rho}$

Где:

E - динамический модуль упругости ρ плотность материала

U - скорость распространения волн

$$E_{\text{дин}} = f \cdot \rho \left(\frac{l^2}{kj} \right)^2$$

Где k - коэф-т зависящий от схемы опирания образца

j - радиус инерции сечения образца

f - собственная частота колебаний образца

ρ - плотность бетона

l - длина образца

или собственной частоты колебаний бетонного образца (резонансный метод)