

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИЛОВОГО И ОСВЕТИТЕЛЬНОГО
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
И УСТАНОВОК**

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС

Занятие 1.

- **1. Вводная часть.**
- **1.1. Термины и определения.**

В РФ весь необходимый перечень требований к составу и содержанию документов, а также разделов проектной документации для проведения работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту объектов определяется на законодательном уровне.

Основным таким документом является Градостроительный кодекс

Глава 6. Архитектурно-строительное проектирование, строительство, реконструкция объектов капитального строительства

Занятие 1.

- **1. Вводная часть.**
- **1.1. Термины и определения.**

Проектирование в общем случае ведется в две стадии.

- Первая стадия – «Проектная документация» (обозначается «П»)
- Вторая стадия – «Рабочая документация» (обозначается «Р»)

- Состав проекта и объем выдаваемых чертежей по стадии «П» («Проектная документация») определен [постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 №87](#) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"

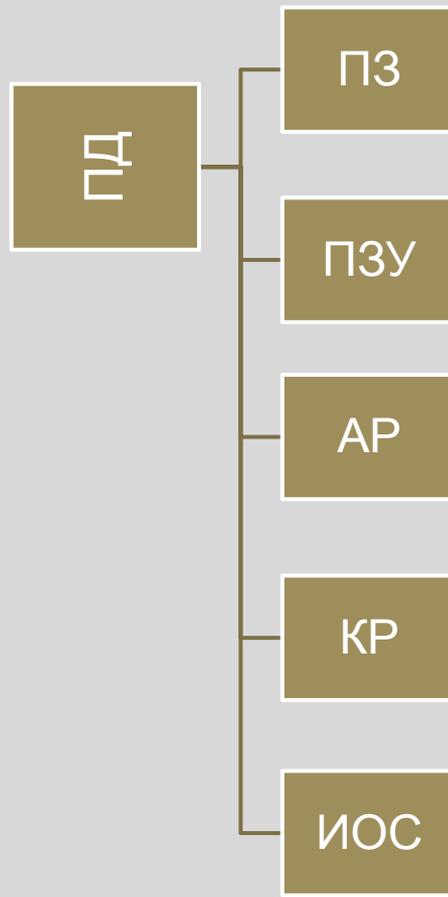
- Состав проекта и объем выдаваемых чертежей по стадии «Р» («Рабочая документация») определяется соответствующими ГОСТами для различных разделов рабочего проекта.

Занятие 1.

- **Стадия «П» разрабатывается для:**
 - прохождения государственной экспертизы на предмет получения принципиального разрешения строительства;
 - выработки общей концепции нового строительства и дальнейшей детализации при разработке стадии «Р».

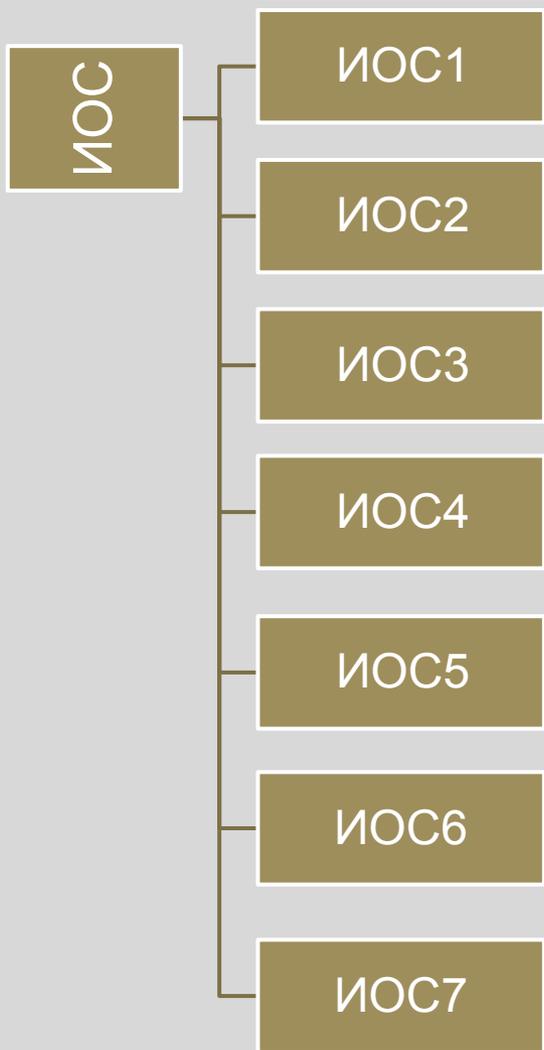
- **Стадия «Р» разрабатывается для:**
 - производства электромонтажных работ;
 - изготовления электромонтажных конструкций;
 - определения потребности в электрооборудовании, электромонтажных изделиях и материалах;
 - определения сметной стоимости электрооборудования, материалов и монтажных работ.

Занятие 1.



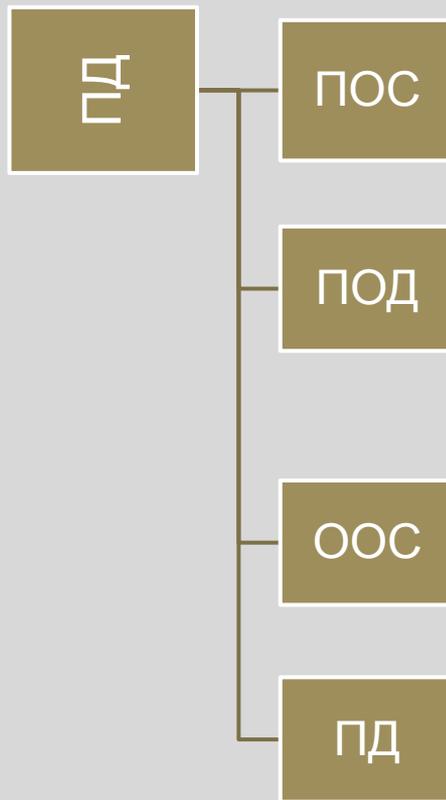
- Раздел 1 – Пояснительная записка;
- Раздел 2 – Схема планировочной организации земельного участка;
- Раздел 3 – Архитектурные решения;
- Раздел 4 – Конструктивные и объемно-планировочные решения;
- Раздел 5 – Сведения об инженерном оборудовании, сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений

Занятие 1.



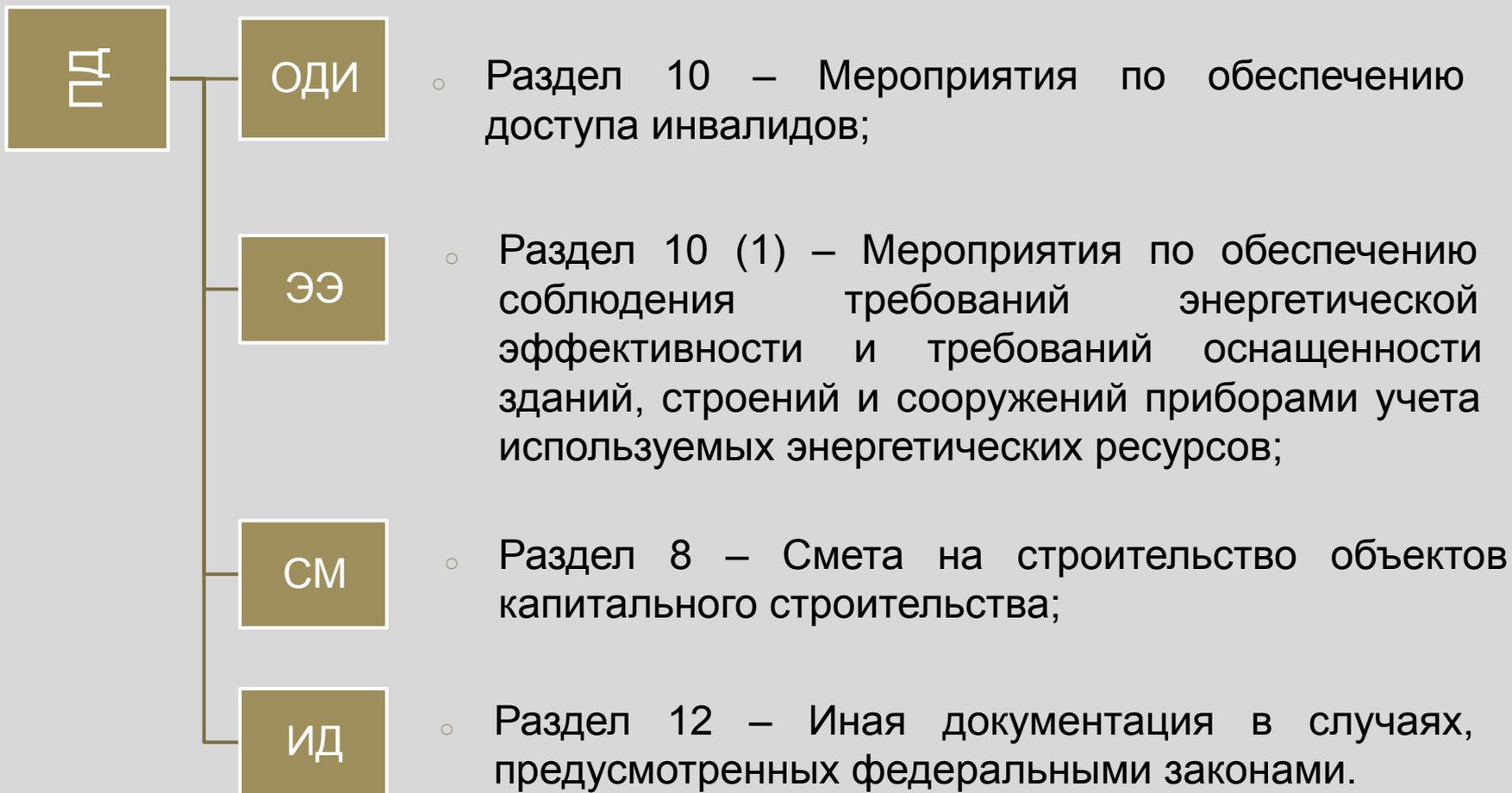
- Подраздел 1 – Система электроснабжения;
- Подраздел 2 – Система водоснабжения;
- Подраздел 3 – Система водоотведения;
- Подраздел 4 – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети;
- Подраздел 5 – Сети связи;
- Подраздел 6 – Системы газоснабжения;
- Подраздел 7 – Технологические решения;

Занятие 1.



- Раздел 6 – Проект организации строительства;
- Раздел 7 – Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства;
- Раздел 8 – Перечень мероприятий по охране окружающей среды;
- Раздел 9 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;

Занятие 1.



Занятие 1.

- Марки основных комплектов рабочих чертежей принимаются в соответствии с [ГОСТ 21.1101-2013](#) приложение Б.
- Учитывая сложившуюся практику и тот факт, что приложение Б рекомендуемое (т.е. возможны отступления) принимаются такие марки основных комплектов рабочих чертежей:
 - ЭО – Внутреннее электроосвещение;
 - ЭМ – Силовое электрооборудование;
 - ЭН – Наружное электроосвещение;
 - ЭС – Электроснабжение;
 - ЭП – Электроснабжение. Подстанции;
 - ЭК – Линии электропередачи кабельные;
 - ЭВ – Линии электропередачи воздушные;
 - ЭГ – Молниезащита и заземление.

Занятие 1.

- **Рабочий проект марки ЭО («Внутреннее электроосвещение»)**
- **Примерный перечень чертежей рабочего проекта ЭО**

Рабочий проект внутреннего электроосвещения ЭО (ГОСТ 21.608-2014 п. 3.3)

Общие данные по рабочим чертежам

Схема однолинейная принципиальная вводного щита (с указанием точки подключения)

Схемы однолинейные групповых щитов освещения (при наличии)

План прокладки кабелей питающей сети

План прокладки кабелей распределительной сети

Планы расположения осветительных приборов, штепсельных розеток и прокладки кабелей групповой сети

Занятие 1.

- **1.2.1. Рабочий проект марки ЭМ («Силовое электрооборудование»)**
- **Примерный перечень чертежей рабочего проекта ЭМ**

Рабочий проект силового электрооборудования ЭМ (ГОСТ 21.613-2014 п. 4.3)

Общие данные по рабочим чертежам

Схема электроснабжения объекта, схемы однолинейные принципиальные щитов

Схемы принципиальные управления приводами

Схемы подключения

Планы расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей

Кабельный журнал

Занятие 1.

И 1.16-10 Инструкция о составе и оформлении электротехнической рабочей документации (общие требования и рекомендации)

Разработан: ОАО НИПИ Тяжпромэлектропроект

Утвержден: Ассоциация Росэлектромонтаж 03.08.2010

ОСНОВНОЙ КОМПЛЕКТ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

- 1. Общие данные: ведомость рабочих чертежей основного комплекта, ведомость ссылочных и прилагаемых документов, ведомость основных комплектов (в ведущей марке), общие указания, условные обозначения, не установленные государственными стандартами
- 2. Рабочие чертежи: схемы принципиальные, схемы или таблицы подключения, планы расположения электрооборудования, прокладки электрических сетей и сетей заземления, кабельный журнал, ведомость заполнения труб кабелями, разработанные для проектируемого объекта чертежи конструкций и деталей, изготавливаемых в монтажной зоне и т.п.

Занятие 1.

ПРИЛАГАЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- 1. Повторно применяемые рабочие документы: чертежи, схемы и т.п.
- 2. Рабочая документация задания МЭЗ: ведомость электромонтажных конструкций, ведомость материалов и изделий для изготовления электромонтажных конструкций, чертежи электромонтажных конструкций как разработанные для проектируемого объекта, так и повторно применяемые, трубозаготовительная ведомость
- 3. Эскизные чертежи общих видов НКУ

Занятие 1.

Текстовые документы

- 4. Локальные сметы
- 5. Спецификация оборудования, изделий и материалов
- 6. Опросные листы на электрооборудование (при необходимости)
- 7. Другие документы, направляемые заказчику в соответствии с договором (контрактом)

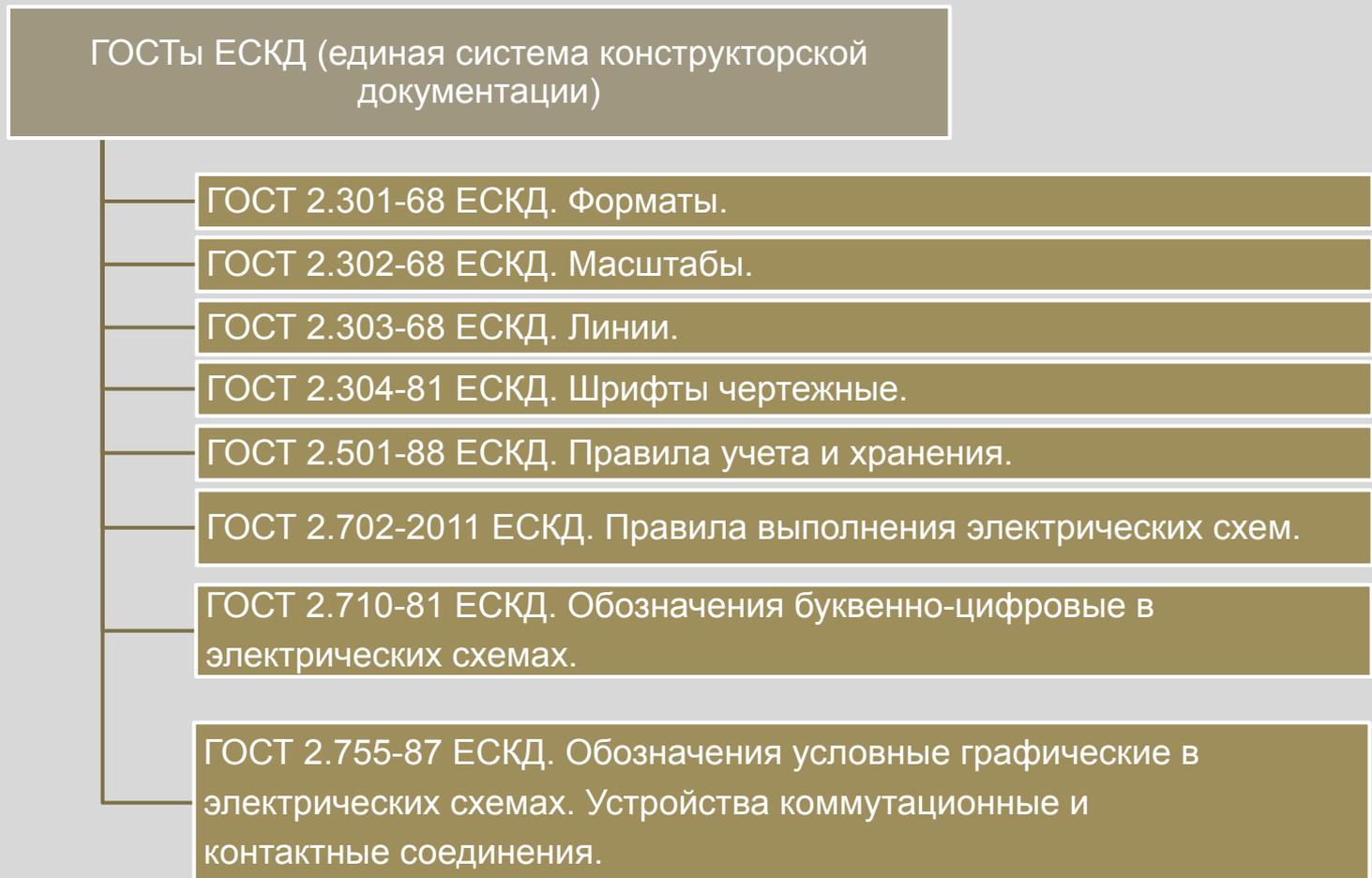
Занятие 1.

- **1.4. Обзор основных нормативных документов, регламентирующих правила разработки рабочего проекта и требования к принимаемым проектным решениям**
- В данном разделе условно разделим стандарты на 3 группы



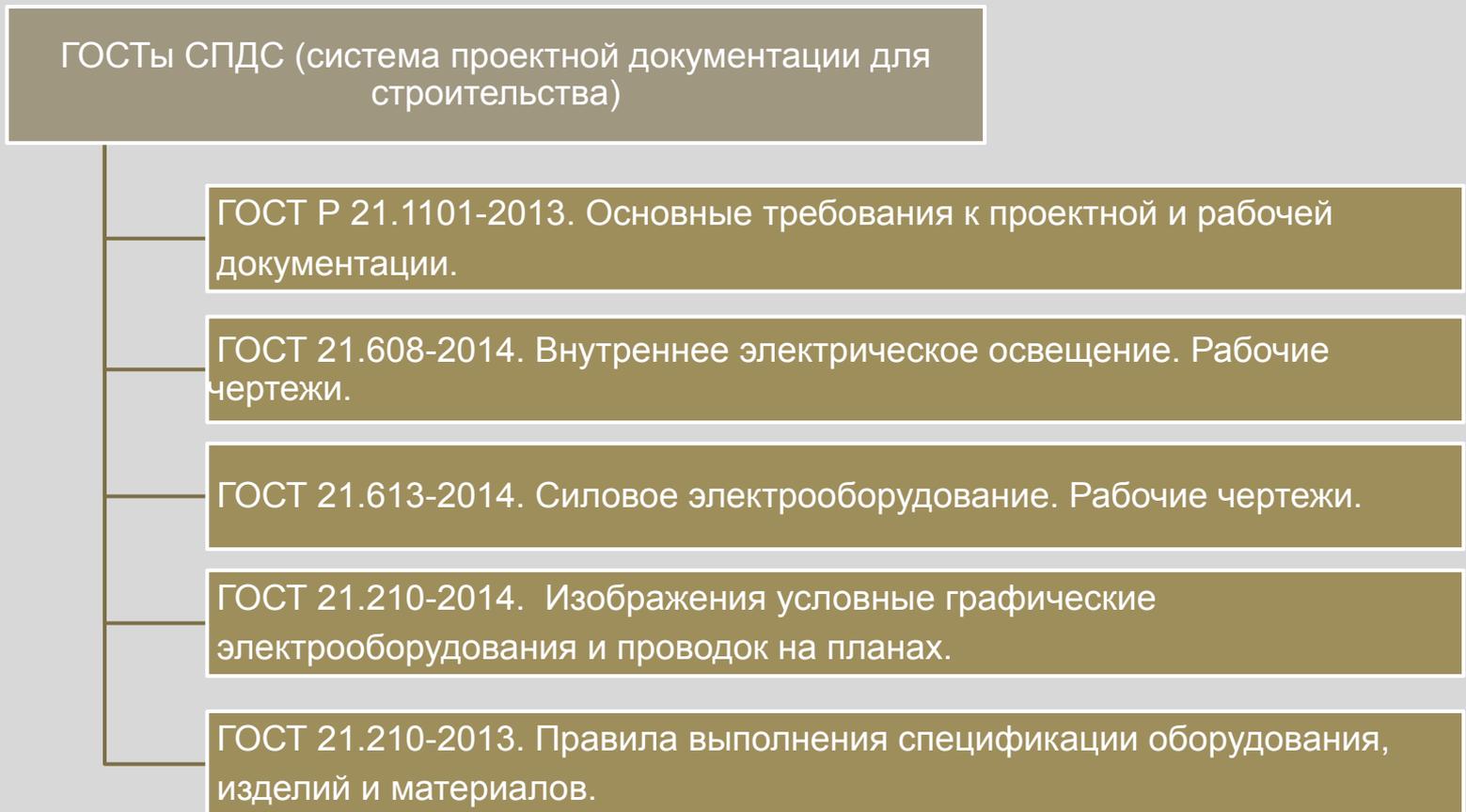
Занятие 1.

- Рассмотрим по отдельности основные стандарты каждой из трех групп



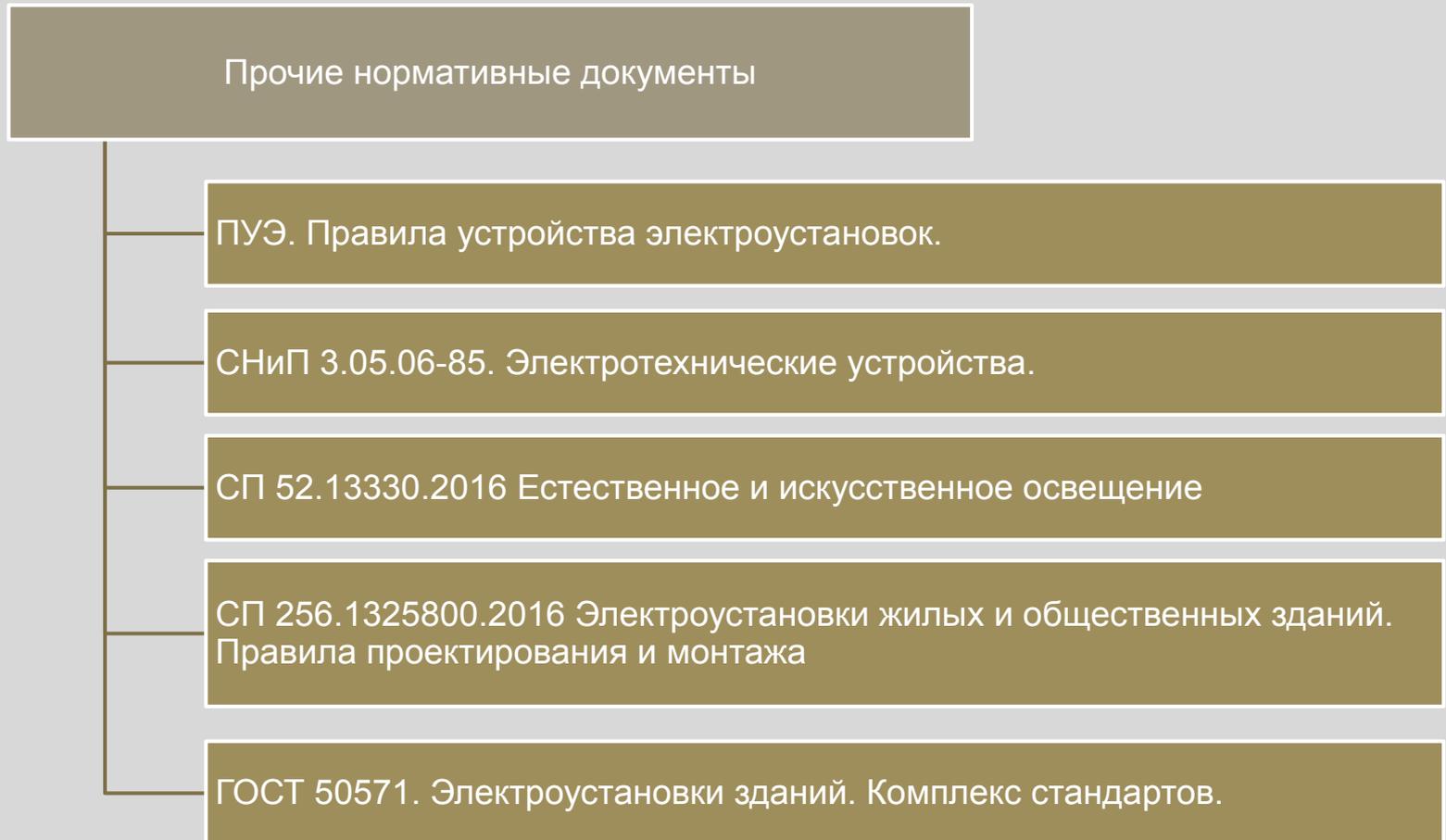
Занятие 1.

- Рассмотрим по отдельности основные стандарты каждой из трех групп



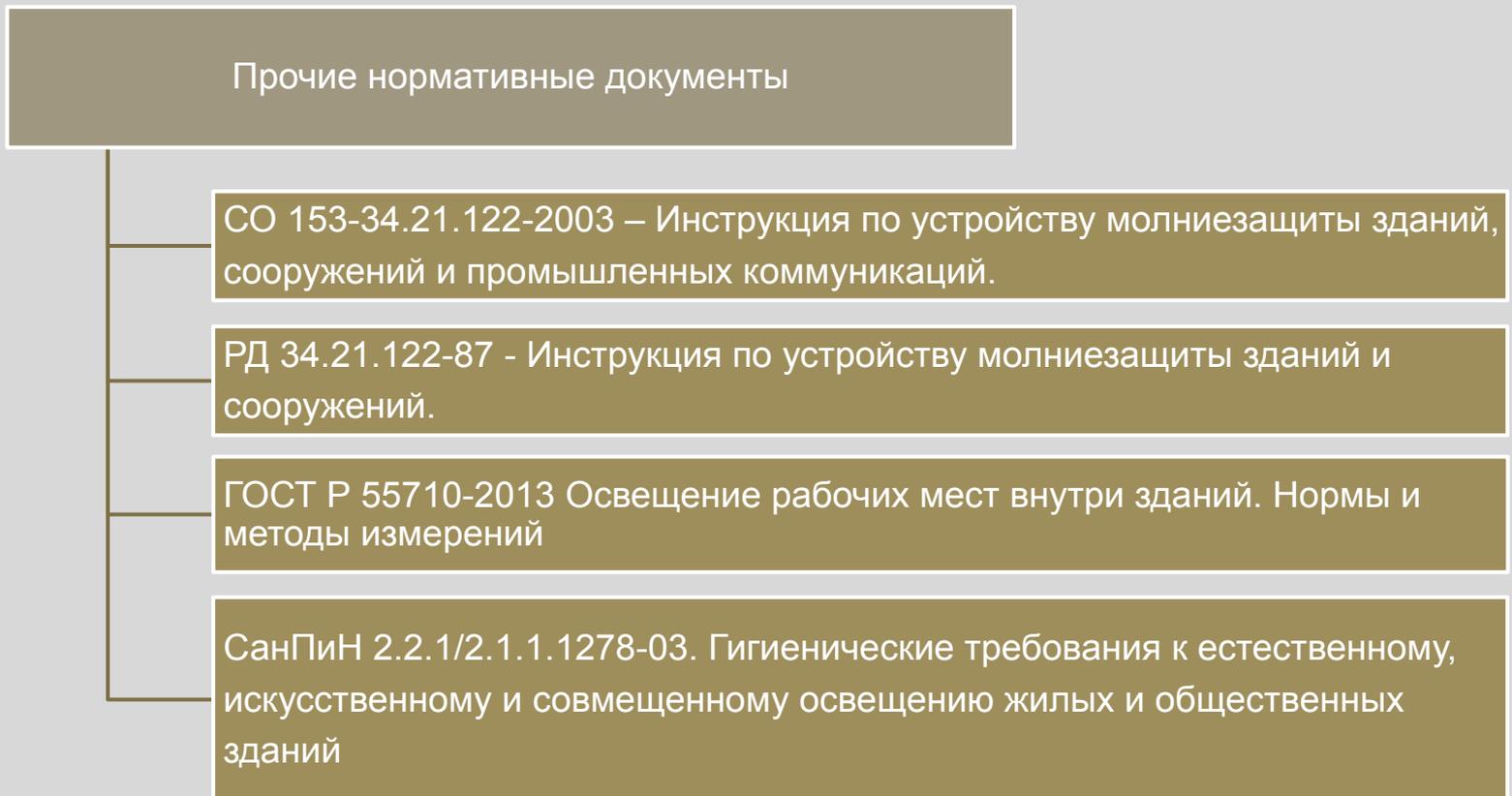
Занятие 1.

- Рассмотрим по отдельности основные стандарты каждой из трех групп



Занятие 1.

- Рассмотрим по отдельности основные стандарты каждой из трех групп



Занятие 1.

- **1.5. Требования к электроустановкам зданий и сооружений.**
- Любая электроустановка должна удовлетворять следующим требованиям:
 - Соответствовать техническим условиям на данную электроустановку;
 - Быть максимально безопасной для жизни и здоровья людей;
 - Быть максимально безопасной в отношении пожарной опасности;
- Безопасность электроустановки достигается путем принятия проектных решений в строгом соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами

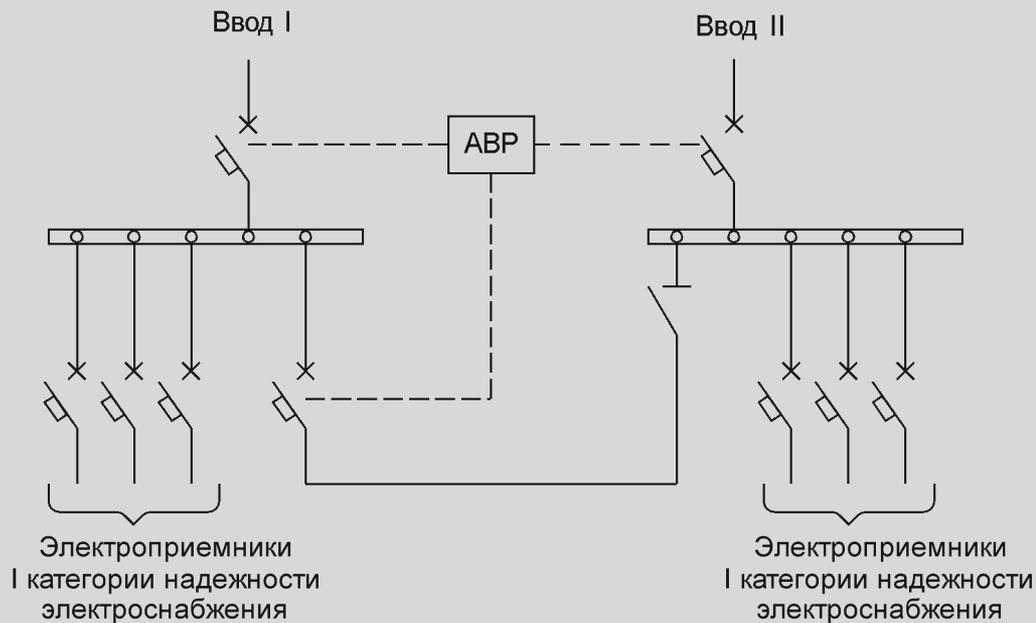
Занятие 1.

- **1.4. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения.**
- **1.4.1. Категории электроприемников по надежности электроснабжения.**
- Категории электроприемников по надежности электроснабжения определяются в процессе проектирования системы электроснабжения на основании нормативной документации, а также технологической части (ПУЭ п.1.2.17).
- В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории (ПУЭ 1.2.18):
 - **Электроприемники первой категории** - электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.
 - Из состава электроприемников первой категории выделяется **особая группа электроприемников**, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров.
 - **Электроприемники второй категории** - электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.
 - **Электроприемники третьей категории** - все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

Занятие 1.

- **1.4.2. Обеспечение надежности электроснабжения.**
- ПУЭ 7- е издание п.1.2.17-1.2.21 Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения

Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

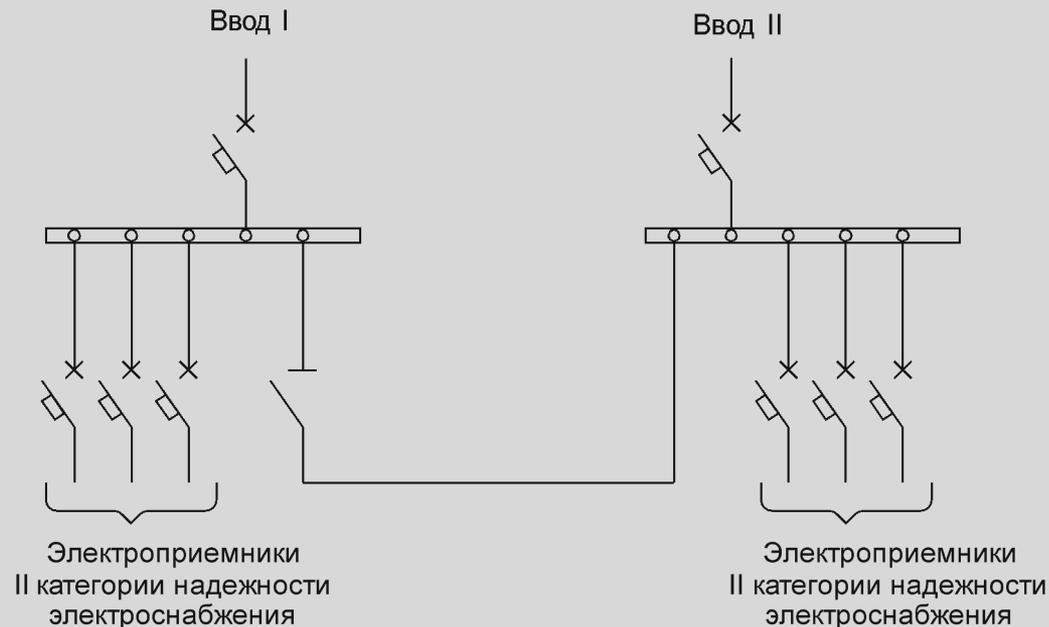


Занятие 1.

- **1.4.3. Обеспечение надежности электроснабжения.**
- **ПУЭ (1.2.10.)**
- Независимый источник питания - источник питания, на котором сохраняется напряжение в послеаварийном режиме в регламентированных пределах при исчезновении его на другом или других источниках питания.
- К числу независимых источников питания относятся две секции или системы шин одной или двух электростанций и подстанций при одновременном соблюдении следующих двух условий:
 - Каждая из секций или систем шин в свою очередь имеет питание от независимого источника питания;
 - Секции (системы) шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций (систем) шин.

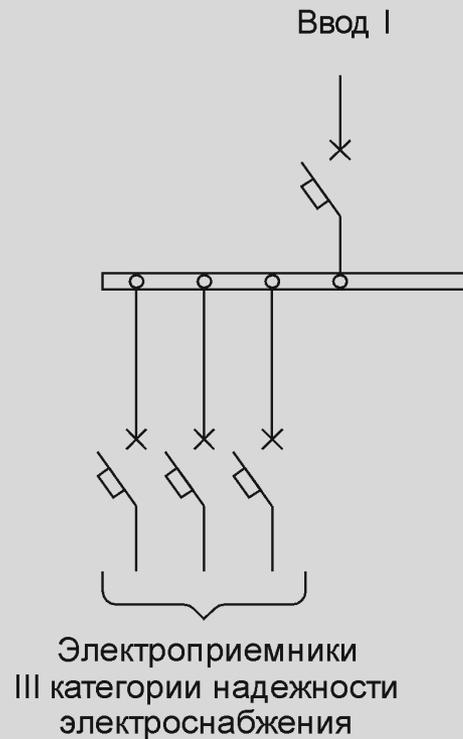
Занятие 1.

- **1.4.2. Обеспечение надежности электроснабжения.**
- ПУЭ 7- е издание п.1.2.17-1.2.21 Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения
- Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.
- Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.



Занятие 1.

- **1.4.2. Обеспечение надежности электроснабжения.**
- Для электроприемников третьей категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.



Занятие 1.

- **2. Системы заземления.**
- 2.1. Определения:

Проводящая часть (ПУЭ 1.7.7.) - часть, которая может проводить электрический ток.

Токоведущая часть (ПУЭ 1.7.8.) - проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не PEN-проводник).

Открытая проводящая часть (ПУЭ 1.7.9.) - доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

Сторонняя проводящая часть (ПУЭ 1.7.10) - проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

Прямое прикосновение (ПУЭ 1.7.11) - электрический контакт людей или животных с токоведущими частями, находящимися под напряжением.

Косвенное прикосновение (ПУЭ 1.7.12) - электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Занятие 1.

□ 2.2. Типы систем заземления

- Система заземления – это понятие, относящееся к электроустановке и характеризующее способ заземления источника питания и открытых проводящих частей.
- Общеприняты следующие типы систем заземления:
- **TN-S, TN-C, TN-C-S, TT, IT**
- Первая буква - характер заземления источника питания:
- Т - непосредственное присоединение одной точки токоведущих частей источника питания к земле;
- I - все токоведущие части изолированы от земли или одна точка заземлена через сопротивление.

Занятие 1.

- Вторая буква - характер заземления открытых проводящих частей электроустановки:
- Т - непосредственная связь открытых проводящих частей с землей независимо от характера связи источника питания с землей;
- N - непосредственная связь открытых проводящих частей с точкой заземления источника питания (в системах переменного тока обычно заземляется нейтраль).
- Последующие буквы (если таковые имеются) - устройство нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:
- S - функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников обеспечиваются отдельными проводниками.
- C - функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников объединены в одном проводнике (PEN-проводник).

Занятие 1.

- Рассмотрим примеры систем заземления применительно к системе переменного тока.
- Система **TN-C** (нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены по всей сети)

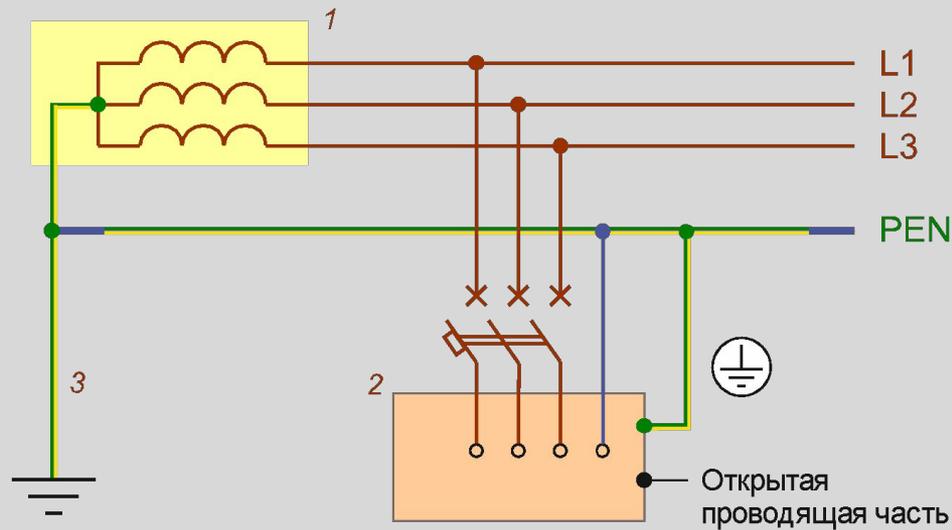


Рис. 1. Система заземления TN-C

1 – вторичная обмотка трансформатора, 2 – электроприемник,
3 – заземление источника питания

Занятие 1.

- Система **TN-C-S** (в части сети нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены)

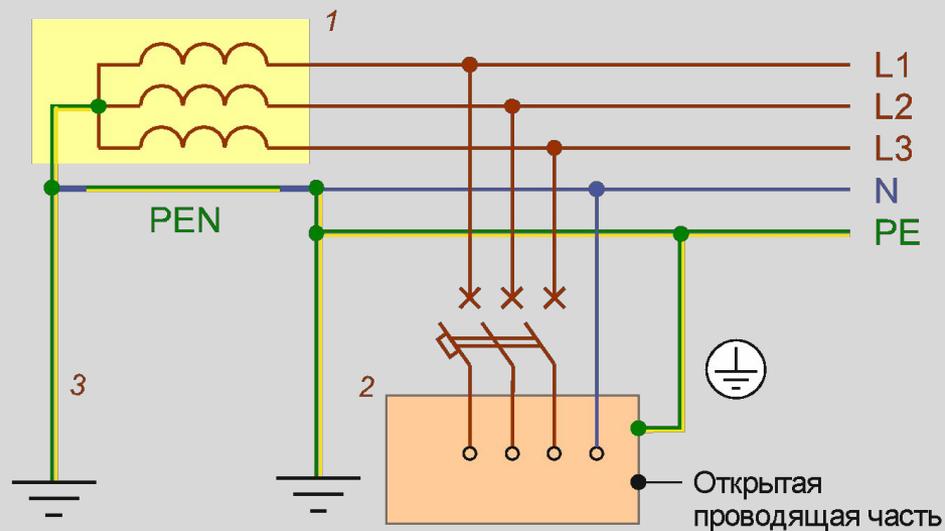


Рис. 3. Система TN-C-S

- 1 – вторичная обмотка трансформатора,
- 2 – электроприемник,
- 3 – заземление источника питания.

Занятие 1.

- Питающая сеть системы **ТТ** имеет точку, непосредственно связанную с землей, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлителю, электрически независимому от заземлителя нейтрали источника питания

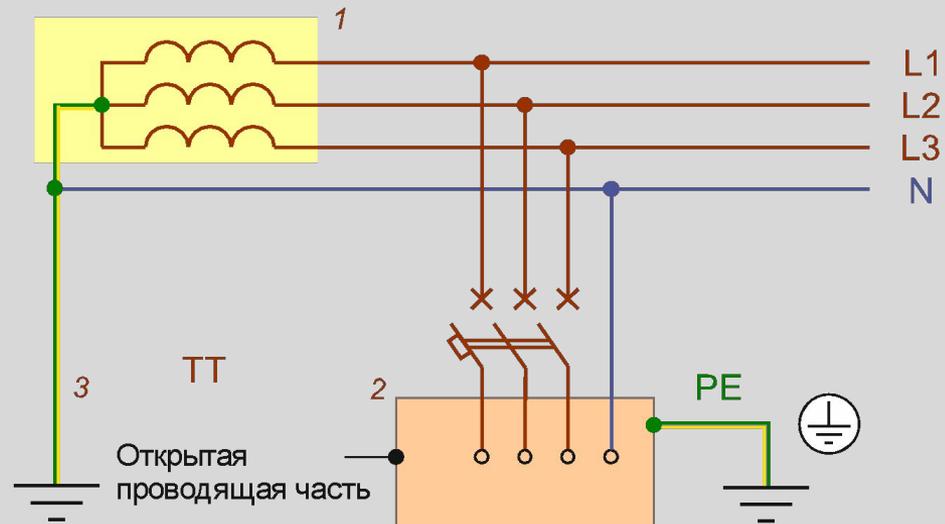


Рис.4. Система ТТ

- 1 – вторичная обмотка трансформатора,
- 2 – электроприемник,
- 3 – заземление источника питания.

Занятие 1.

- Питающая сеть системы ИТ не имеет непосредственной связи токоведущих частей с землей, а открытые проводящие части электроустановки заземлены

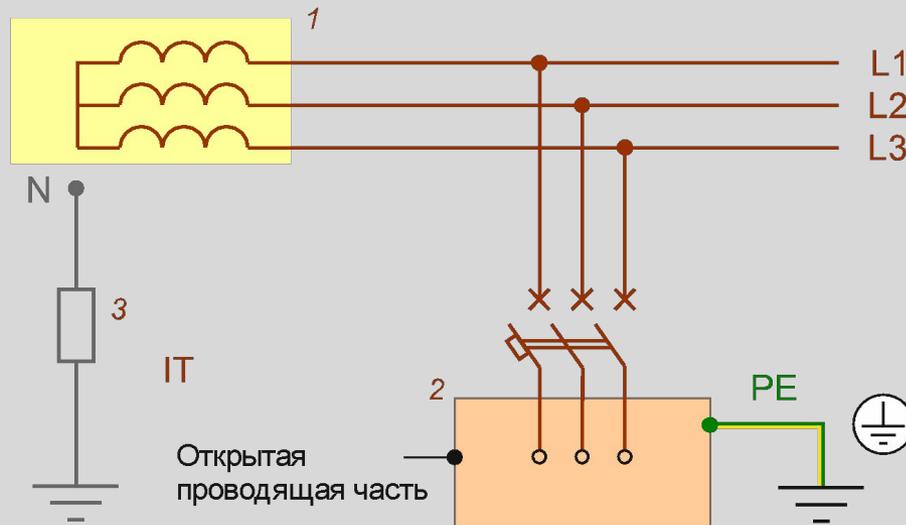


Рисунок 5. Система заземления ИТ:

1 – вторичная обмотка трансформатора,
2 – электроприемник, 3 –сопротивление.

Занятие 1.

- **2.3. Защитные меры электробезопасности.**
- Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения (ПУЭ п. 1.7.50):
 - основная изоляция токоведущих частей;
 - ограждения и оболочки;
 - установка барьеров;
 - размещение вне зоны досягаемости;
 - применение сверхнизкого (малого) напряжения.
- Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ, при наличии требований других глав ПУЭ, следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Занятие 1.

- Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении (ПУЭ п. 1.7.51):
 - **защитное заземление;**
 - **автоматическое отключение питания;**
 - **уравнивание потенциалов;**
 - выравнивание потенциалов;
 - двойная или усиленная изоляция;
 - сверхнизкое (малое) напряжение;
 - защитное электрическое разделение цепей;
 - изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Занятие 1.

- <https://gge.ru/about/history/>
- <http://grkodeksrf.ru/oglavleniye>

Занятие 1.

- **1.3. Основные требования к оформлению проекта.**
- **1.3.1. Форматы**
- Рабочие чертежи, входящие в состав проекта разрабатываются на листах.
- Форматы листов принимаются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68
- Форматы листов определяются размерами внешней рамки
- Формат с размерами сторон 1189x841мм, площадь которого равна 1м², и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.
- Обозначения и размеры сторон основных форматов указаны в таблице:

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Занятие 1.

- Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.
- Размеры производных форматов, как правило, следует выбирать по табл. 2

Кратность	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189x1682	-	-	-	-
3	1189x2523	841x783	594x1261	420x891	297x630
4	-	841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5	-	-	594x2102	420x1486	297x1051
6	-	-	-	420x1783	297x1261
7	-	-	-	420x2080	297x1471
8	-	-	-	-	297x1682
9	-	-	-	-	297x1892

Занятие 1.

□ 1.3.2. Шрифты

- Шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства определены ГОСТ 2.304-81
- Стандартом определены следующие типы чертежных шрифтов:
 - Тип А (без наклона);
 - Тип А (с наклоном);
 - Тип Б (без наклона);
 - Тип Б (с наклоном).
- Устанавливаются следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.
- Размер шрифта – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах.

- *При разработке проекта мы будем использовать следующие настройки:*
- **Autocad:** тип шрифта (font) – *txt.shx*, размер основного текста - 2.5 (заголовков – 3.5), степень сжатия – 0.7
- **Word:** тип шрифта (font) – *Arial*, размер - 12

Занятие 1.

□ 1.3.3. Масштабы

- Масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.302
- Масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующего ряда:

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

- *В проекте, разрабатываемом на данном курсе все планы (планы расположения светильников и сетей электроосвещения, планы расположения розеток и силового электрооборудования) будут разрабатываться в пространстве «модели» в масштабе уменьшения 1:100, т.е. 10 unit (10мм) чертежа будет соответствовать 1м реального объекта*