

Лекционные материалы

Дисциплина «Основы проектирования электроэнергетических объектов»

Разработаны доцентом кафедры «Электроэнергетические системы» ВятГУ Вычегжаниным А.В.

Выбор номинального напряжения

- **Общие положения. Условия выбора номинального напряжения участка сети**
- **Методики определения целесообразного номинального напряжения**
- С использованием графических зависимостей
- С использованием эмпирических формул
- С использованием таблиц пропускной способности линий

Общие положения. Условия выбора номинального напряжения участка сети

Номинальное напряжение электрической сети существенно влияет как на ее технико-экономические показатели, так и на технические характеристики.

Так, например, **при повышении номинального напряжения** снижаются потери мощности и электроэнергии, т.е. снижаются эксплуатационные расходы, уменьшаются сечение проводов и затраты металла на сооружение линий, **растут предельные мощности, передаваемые по линиям, облегчается будущее развитие сети, но увеличиваются капитальные вложения на сооружение сети.**

Общие положения. Условия выбора номинального напряжения участка сети

Номинальное напряжение электрической сети существенно влияет как на ее технико-экономические показатели, так и на технические характеристики.

Сеть меньшего $U_{НОМ}$ требует, наоборот, **меньших капитальных затрат**, но приводит к **большим эксплуатационным расходам** из-за роста потерь мощности и электроэнергии и кроме того обладает **меньшей пропускной способностью**.

Общие положения. Условия выбора номинального напряжения участка сети

Номинальные напряжения сетей по ГОСТ 721 – 77*:
(3); 6; 10; 20; 35; 110; (150); 220; 330; 500; 750; 1150 кВ.
В скобках указаны номинальные напряжения, которые не рекомендуются для вновь проектируемых сетей.

Экономически целесообразное номинальное напряжение зависит от многих факторов:

- мощности нагрузок;
- удаленности потребителей от источника питания;
- расположения потребителей относительно друг друга;
- от выбранной конфигурации электрической сети;
- от способов регулирования напряжения;
- от наличия соответствующих классов номинальных напряжений в районе проектирования и др.

Методики определения целесообразного номинального напряжения

Ориентировочное значение номинального напряжения участка сети можно определить по значению передаваемой мощности и протяженности участка одним из следующих способов:

- С использованием графических зависимостей.
- С использованием эмпирических формул.
- С использованием таблиц пропускной способности линий.

Перечисленные способы позволяют определить лишь **ориентировочное значение** номинального напряжения.

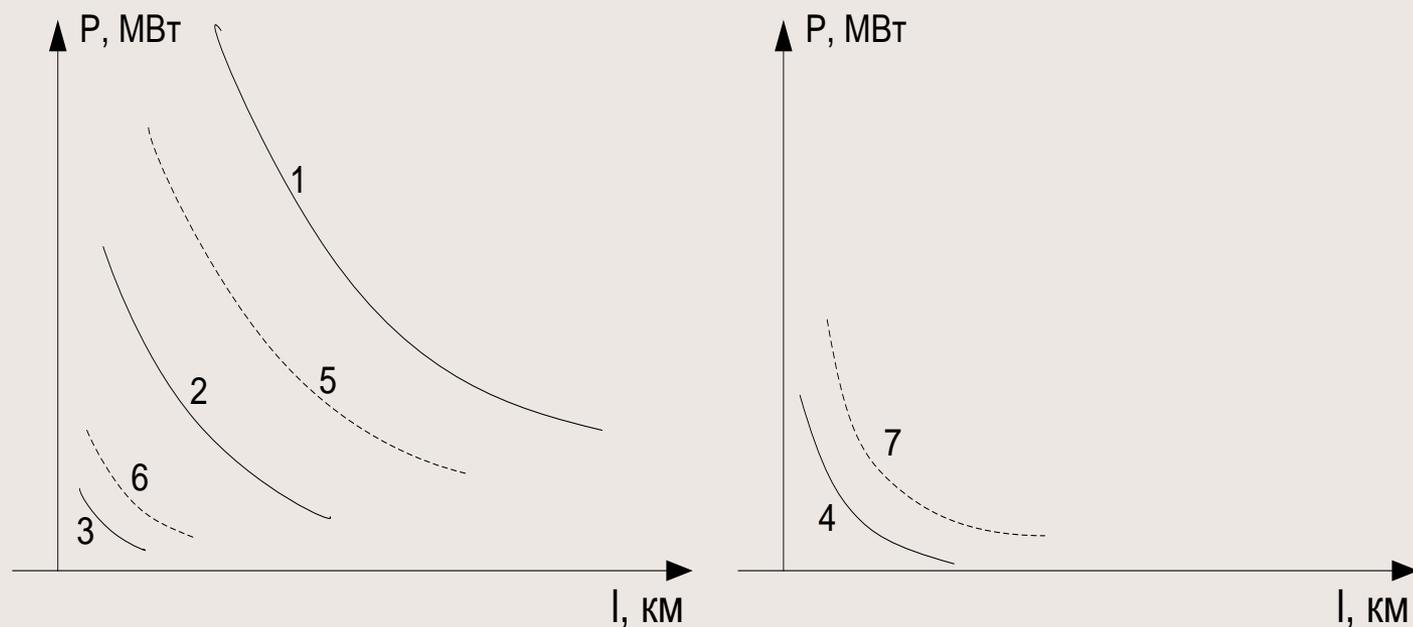
Для окончательного решения в каждом конкретном случае рекомендуется наметить ограниченное число вариантов различных номинальных напряжений для их последующего **технико-экономического сравнения.**

Методики определения целесообразного номинального напряжения

В общем случае окончательный выбор номинального напряжения производится одновременно со схемой электрических соединений на основе технико-экономических расчетов.

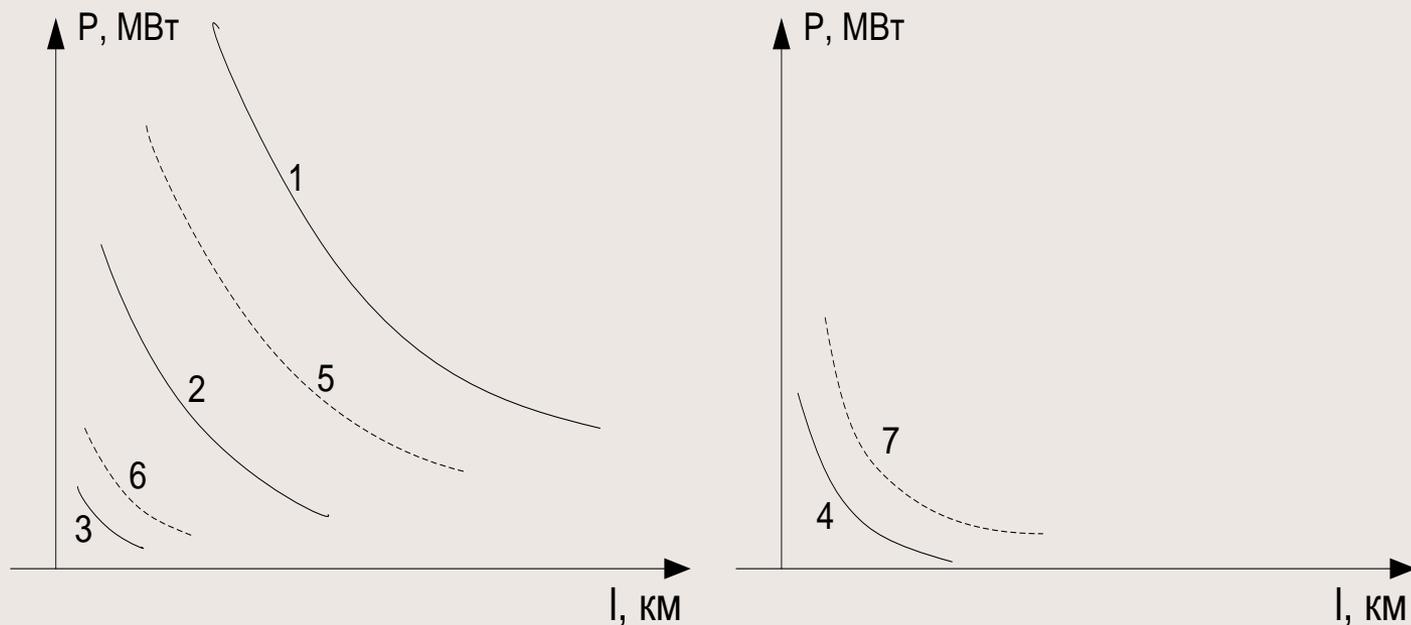
Выбор номинального напряжения с использованием графических зависимостей

Такие зависимости показывают области применения электрических сетей разных номинальных напряжений. Кривые характеризуют **границы равноэкономичности** для систем различных напряжений.



Выбор номинального напряжения с использованием графических зависимостей

- кривые 1; 2; 3; 4 – кривые равноэкономичности для 110 – 220 – 500 кВ.
- кривые 5; 6; 7 – кривые равноэкономичности для 110(150) – 330 – 750 кВ.



Выбор номинального напряжения с использованием эмпирических формул

Такие формулы имеют большое количество форм записи. Общим для них является то, что в них входят два исходных параметра это:

- передаваемая по участку сети активная мощность P , МВт;
 - протяженность участка сети L , км.
- При этом напряжение получается в кВ.

Кроме того каждая формула имеет **область** своего **наиболее целесообразного применения**

Выбор номинального напряжения с использованием эмпирических формул

Формулы Стилла:

для одноцепных линий

$$U_{ном} = 4,34\sqrt{l + 16 \cdot P}$$

для двухцепных линий

$$U_{ном} = 16 \cdot \sqrt[4]{P \cdot l}$$

Эти формулы дают приемлемые результаты для линий протяженностью до 250 км и передаваемых мощностей, не превышающих 60 МВт.

Выбор номинального напряжения с использованием эмпирических формул

Формула Залесского:

$$U_{ном} = \sqrt{P \cdot (100 + 15 \cdot \sqrt{l})}$$

Эта формула дает приемлемые результаты для линий протяженностью **свыше 1000 км** и передаваемых мощностей, более **60 МВт**.

Выбор номинального напряжения с использованием эмпирических формул

Формула Илларионова:

$$U_{\text{ном}} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{l} + \frac{2500}{P}}}$$

Эта формула дает приемлемые результаты для всей шкалы номинальных напряжений от 35 кВ до 1150 кВ.

Выбор номинального напряжения с использованием таблиц пропускной способности линий

U_{ном} линии, кВ	Сечение провода, мм²	Передаваемая мощность, МВт		Длина ЛЭП, км	
		<i>P_{нат}</i>	при <i>j = 1,1 А/мм²</i>	$\eta = 0,9$	Средняя между двумя п/ст
110	70-240	30	13-45	80	25
220	240-400	135	90-150	400	100
330	2x240-2x400	360	270-450	700	130
500	3x300-3x500	900	770-1300	1200	280
750	5x300-5x400	2100	1500-2000	2200	300
1150	8x300-8x500	5200	4000-6000	3000	-

В таблицах пропускной способности и дальности передачи линий 110 – 1150 кВ кроме величины передаваемой мощности и дальности ее передачи приведены наиболее часто применяемые сечения проводов.

Источники дополнительных сведений

- **Идельчик В.И. Электрические системы и сети. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 588 с.**
- **Электрические системы. Т. 2. Электрические сети/ Под ред. В.А. Веникова. - М.: Высшая школа, 1971. - 440 с.**
- **Герасименко А. А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. – изд.2-е. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 715, [2] с. – (Высшее образование)**
- **Боровиков В.А. и др. Электрические сети энергетических систем. Изд. 3-е, переработанное. Л., «Энергия», 1977.**
- **Черепанова Г.А., Вычегжанин А.В. Установившиеся режимы электрических сетей в примерах и задачах. - Киров: изд. ВятГУ, 2009 - 114 с.**



Спасибо за внимание!