



Федеральная
Сетевая Компания



Единой
Энергетической Системы



САНКТ - ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Металлические и деревянные конструкции»



Дирекция по капитальному строительству
АО «НТЦ Россети ФСК ЕЭС»

24 ноября 2022 года

**Инновационные разработки на этапах жизненного цикла
электроэнергетического объекта (ВЛ 35-750 кВ: предпроектные
исследования, проектирование, строительство, эксплуатация,
реконструкция)**

Сенькин Николай Александрович, к.т.н., доцент, гл.эксперт АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

(senkin1952@yandex.ru)

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ - 2022

ВВЕДЕНИЕ



Рис. 1. Фотографии эксплуатируемых (1987) и строящейся (2022) ВЛ 220 кВ параллельного следования

1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ СООРУЖЕНИЯ

По Техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений (ФЗ № 384 от 30.12.2009) [1] Жизненный цикл здания или сооружения (ЖЦ) – период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация (в т.ч. текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос либо консервация здания или сооружения, включая ВЛ. Жизненный цикл сооружения подобен «Кривой жизни», график которой включает три основных этапа: приработка, нормальная эксплуатация и износ (рис. 1) [2,3].

С 17 по 21.05.2023 в Тамбове состоится Выездная сессия Российской Академии архитектуры и строительных наук (РААСН) с проведением VIII Международного симпозиума «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений». В качестве основного научного направления обозначено моделирование жизненных циклов конструкций, зданий, сооружений и их комплексов на стадиях их возведения, нагружения, сопротивляемости прогрессирующему разрушению.

«Кривая жизни»:

область 1 — время послеремонтной приработки, когда вероятность отказов повышается из-за некачественных материалов, несоблюдения технологии ремонта и т. п.;
область 2 — нормальный этап работы с практически неизменной частотой отказов;
область 3 — время старения отдельных узлов и оборудования в целом.



1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (ФЗ № 384 от 30.12.2009).
2. Полуянович Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий. – СПб – М. – Краснодар, Лань, 2016. – 396 с.
3. Берг Д. Б., Ульянова Е. А., Добряк П. Б. Модели жизненного цикла. Екатеринбург, УрФУ, 2014. - 78 с.

2. ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ РАБОТА КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЗДАНИЙ (I)

Профессор Н.С. Стрелецкий, основатель методики расчета стальных конструкций по предельным состояниям, в статье «К вопросу о значении рабочих методов в расчете конструкции (1960)» предопределил грядущие перемены в инженерном проектировании: «... **применение счетно-вычислительных машин уничтожит рабочие методы, поскольку трудоемкость точных расчетов будет изжита**». В настоящее время наступила эра точного адресного или индивидуального проектирования строительных объектов, когда наличие базы для современных расчетов позволяет выполнять расчеты и проектирование конструкций с учетом дополнительных факторов действительной работы, которые ранее отсутствовали в действующих нормативных документах (рабочих методах).

Профессор Г.А. Шапиро в книге «Действительная работа стальных конструкций промышленных цехов» (1952): «Под термином **“действительная схема сооружения” (ДР)** понимается расчетная схема, которая выявляется в процессе исследования работы сооружения. Для отыскания такой схемы приходится вводить в расчет не учтенные ранее конструктивные элементы, учитывать осадку опор, пространственную работу сооружения в целом и его отдельных элементов, уточнять условную геометрическую схему и сечения элементов, принимать более точные значения нагрузок, их динамику и распределение».

В СП16.13330.2017 «Стальные конструкции» определяет, «в расчетных схемах должны быть учтены деформационные характеристики опорных закреплений, оснований и фундаментов (п. 4.2.1). Расчетные схемы и основные предпосылки расчета должны отражать **действительные условия работы** стальных конструкций (п. 4.2.4)». Таким образом, «**действительная работа**» отражает уточненные расчетные схемы и расчетные предпосылки, которые усовершенствуют основные расчетные модели, приведенные в действующих нормах, в целях обеспечения большей прочности, жесткости и надежности конструкций.

3. ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ РАБОТА КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЗДАНИЙ (II)

На основе опыта эксплуатации и исследований конструкций стальных мостов, проводимых в Ленинградском инженерно-строительном институте в 1930-40-е годы (Аистов Н.Н., Качурин В.К., Крыжановский В.И.), под руководством профессоров московской школы Н.С. Стрелецкого, С.А. Бернштейна, а позже Е.И. Беленя, были развернуты модельные и натурные испытания стальных каркасов. На базе проектного треста «Проектстальконструкция» в 1936-37 годах была организована испытательная станция по натурным испытаниям различных зданий и сооружений со стальным каркасом, прежде всего цехов черной металлургии с мостовыми кранами и их элементов (колонн, ферм, подкрановых балок, связей), резервуаров... **Сочетание проектирования, испытаний и научного анализа привело к наиболее точному пониманию действительной работы конструкций стальных каркасов и разработке расчетных схем, в наибольшей мере отвечающих их работе и обеспечивающих создание надежных, безопасных и оптимальных конструкций в результате проектирования.**

В докт.дисс. профессора Е.И. Беленя «Действительная работа и расчет поперечных рам стальных каркасов одноэтажных производственных зданий» (МИСИ,1959): **«проведенное исследование позволило выявить основные факторы, влияющие на распределение усилий и деформаций в рамах одноэтажных промышленных зданий, и дать приемлемые для практики проектирования методы расчета с учетом этих факторов. Важнейшим из этих факторов является деформативность основания фундаментов, а самым важным – пространственная работа, учет которой в наибольшей степени сближает расчетные результаты с действительной работой».**

В 1954-64 годах по договорам с Ленинградским отделением института «Теплоэнергопроект (Энергосетьпроект)» и треста «Севзапэнергострой» ЛИСИ (кафедра металлических конструкций и испытания сооружений) были выполнены десятки договорных НИР под руководством профессоров Н.Н. Аистова и В.А. Трулля, с большим количеством натурных и модельных испытаний опор и их элементов, как непосредственно на трассе ВЛ 110-500 кВ, так и в Механической лаборатории ЛИСИ.

4. ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ РАБОТА КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ВЛ (I)

Действительная работа конструкций и элементов ВЛ на стадии строительства



Рис. 2. Дефекты и повреждения конструкций, фундаментов и грунтового основания на стадии возведения сооружения ВЛ (неравномерные вертикальные и горизонтальные перемещения фундаментов, неплотное опирание башмаков на фундаменты, гибели элементов, незатянутые гайки, отклонение оси опоры от вертикали, дефицит оцинковки ...)

5. Факторы действительной работы стальных конструкций опор ВЛ (III)

Дифференциация по природе возникновения:

1. Факторы внутренние определяют характер расчетной схемы конструкции:

- 1) эксцентриситеты в узлах сопряжения элементов в зависимости от вида примыкания элементов решетки к поясам;
- 2) податливость болтовых соединений в узлах;
- 3) Точность сборки, отклонения оси опор от вертикали;
- 4) вертикальные и горизонтальные перемещения фундаментов, их неравномерная осадка;
- 5) дефекты и повреждения элементов, аварийность.

2. Факторы внешние (нагрузки и воздействия):

- 1) коррозионный износ стали;
- 2) динамические эффекты при действии ветровых и гололедных нагрузок;
- 3) аварийные повреждения элементов и конструкций, динамический удар при внезапном удалении элемента из конструкции, прогрессирующее обрушение;
- 4) аварийные режимы при внезапном обрыве проводов и тросов;
- 5) вероятностно-статистических значения нагрузок и воздействий.

3. Факторы общие совместные:

- 1) совместная работа конструкций и основания (единая расчетная стержневая модель);
- 2) совместная работа опор в механической системе воздушной линии электропередачи;
- 3) обеспечение требуемой надежности механической системы ВЛ посредством взаимодействия основных и резервных элементов (регулирование надежности посредством изменения структуры).

6. Профессор, д.т.н. В.А.Труль. Докт.диссертация «Исследование действительной работы конструкций опор воздушных линий электропередачи» (1966, 1970)

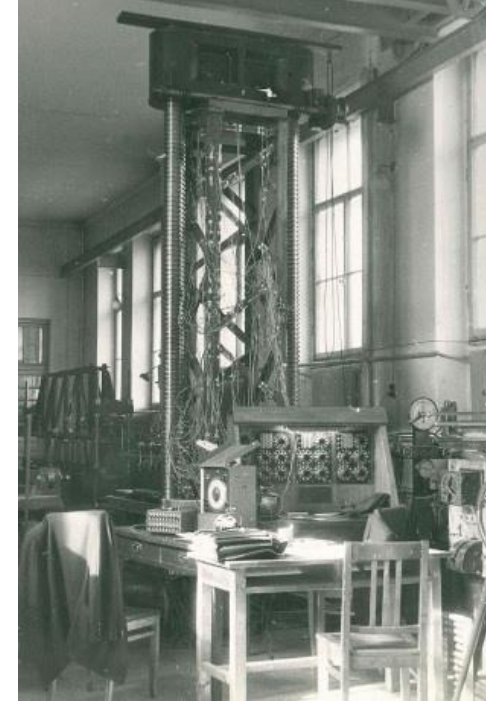


Профессор, д.т.н.
Труль В.А. 1991 г.

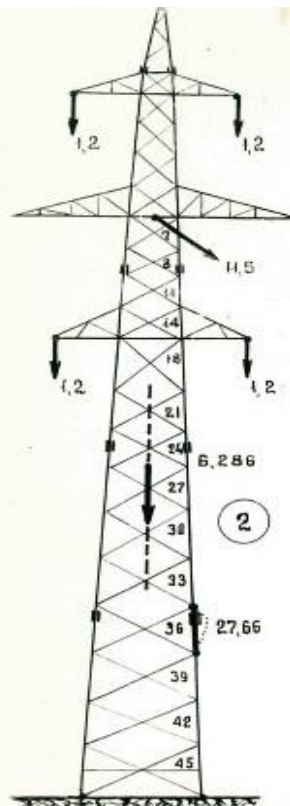
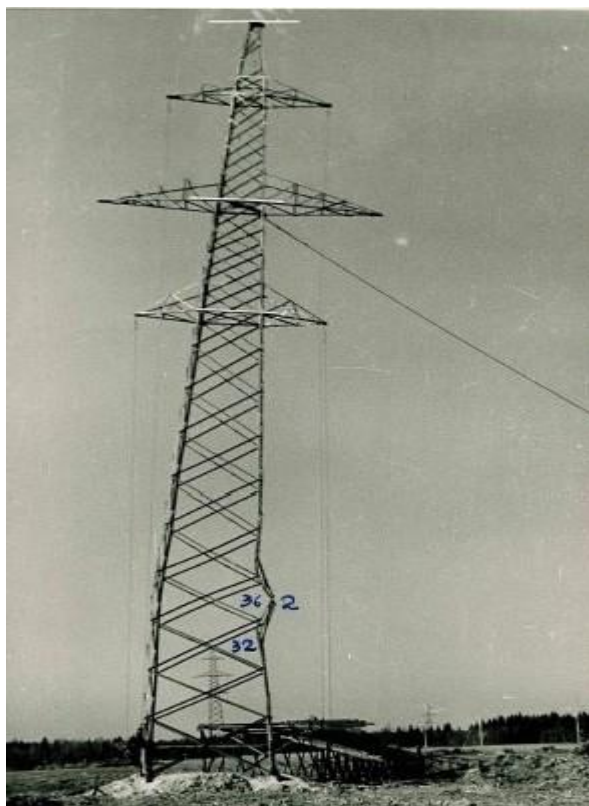
Владимир Антонович Труль (08.09.1916 – 17.09.1996) окончил ЛИСИ с отличием (1943), там же аспирантуру (1948) и докторантуру (1966), здесь же прошел все ступени педагогической и научной квалификации, посвятив научно-педагогической деятельности весь свой жизненный подвиг, включая заведование кафедрой «Металлические конструкции и испытания сооружений» с 1972 по 1978 год. Профессор В.А. Труль в автобиографии (15.02.1995) отметил, что «в научно-исследовательской деятельности самым крупным направлением было изучение и объяснение действительной работы опор ВЛ».

Разделы докторской диссертации «Исследование действительной работы конструкций опор воздушных линий электропередачи» (1970):

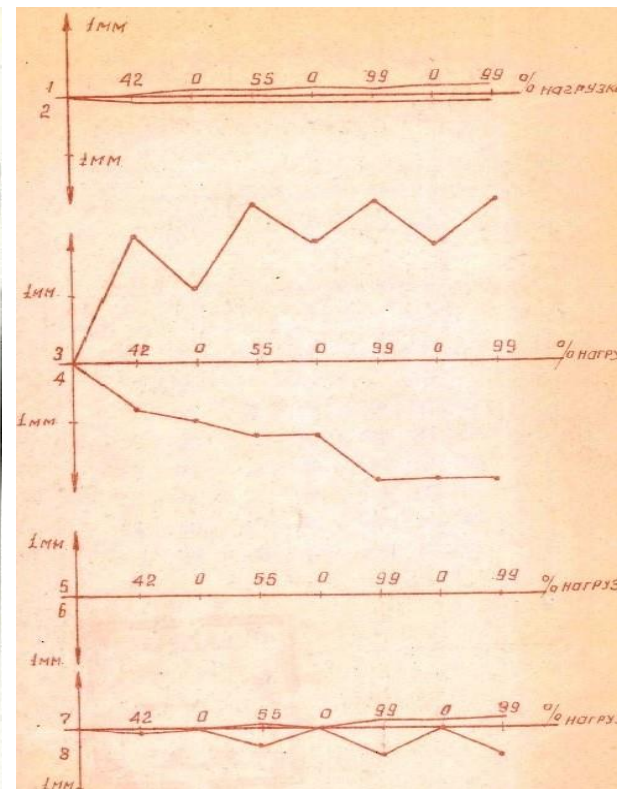
1. Организация и оценка результатов испытаний опор ВЛ на основе метода предельных состояний (МПС) с примерами реальных испытаний.
2. Работа опорных плит при отрицательных реакциях опор (опорных башмаков).
3. Местная устойчивость опор ВЛ: исследование монтажных стыков поясов.
4. Работа монтажных черно-болтовых соединений.
5. Работа анкерных звеньев оттяжек.
6. Прочность некоторых сварных соединений заводской сварки: стыковые, комбинированные



7. Натурные испытания типовой двухцепной стальной свободностоящей опоры ПБГ-6 (П220-2) болтовой монтажной сборки на трассе ВЛ 220 кВ



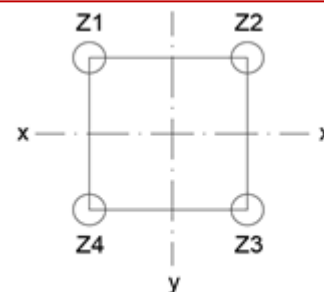
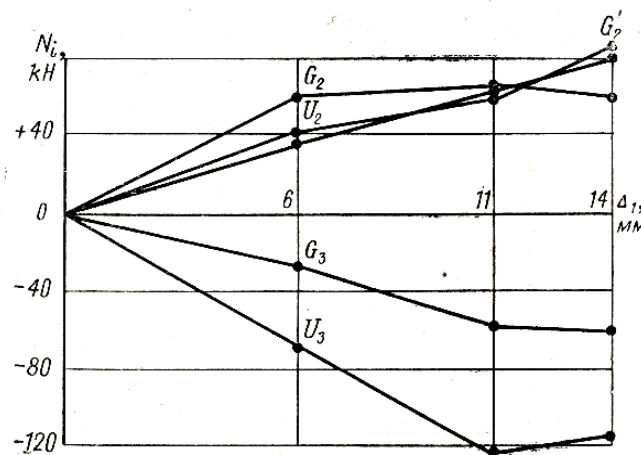
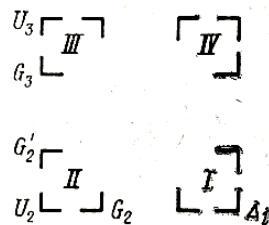
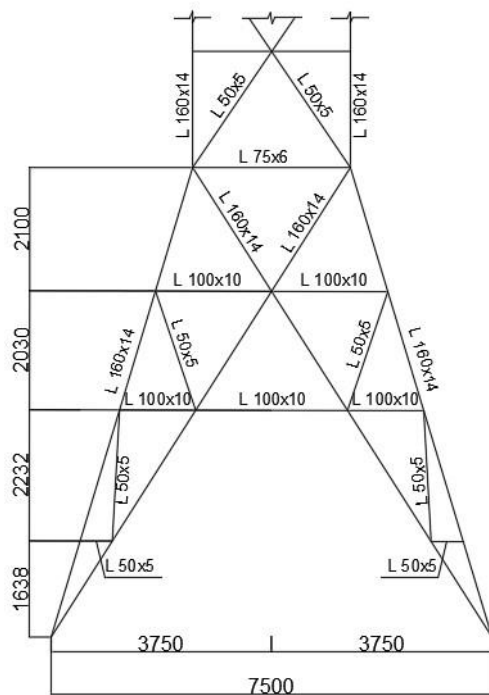
Этаж с учетом	N	С	
		прям.	остаточ.
	6149	712	1012
	9184	856	814
	11671	834	1154
	14137	1010	1435
	16568	1183	2285
	18981	1356	3326
	21205	1359	2800
	23063	1478	3075
	24728	1585	3523
	26286	1686	3750
	27664	1773	3940
	28804	1846	4105
	29854	1914	3940
	30924	1982	2510



Из Отчета НИС ЛИСИ №186а (1959 г.), подписанного научным руководителем НИР Засл.деятелем науки и техники РСФСР, д.т.н., проф. Н.Н.Аистовым и отв.исп. работы к.т.н., доцентом В.А.Труллем, основные некоторые результаты испытаний двухцепной опоры новой конструкции ПБГ-6 следующие:

- разрушение опоры на нагрузки норм.режима в месте монтажного стыка «внахлестку» (к-т запаса 1,76);
- нижняя диафрагма не оказывает влияния на распределение усилий;
- существенная доля остаточных прогибов в связи с черно-болтовой монтажной сборкой и податливостью соединений, необходимость надежного плотного затягивания динамометрическими ключами;
- неравномерность осадок фундаментов, приводящая к перегрузке поясов до 17% по отн. к допуск. напр. 9

8. СПбГАСУ. Магистрант Белякова Т.Е. Опоры радиопередатчика РЦ-11, усилия в элементах от осадки. Исследование качества установки фундаментов и сборки опор ВЛ 330 кВ



Депланация

$$D = Z3 - (Z4 + Z2) + Z1$$

Табл. Результаты расчета искаженной расчетной схемы от расчетных нагрузок

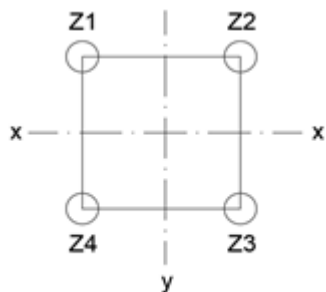
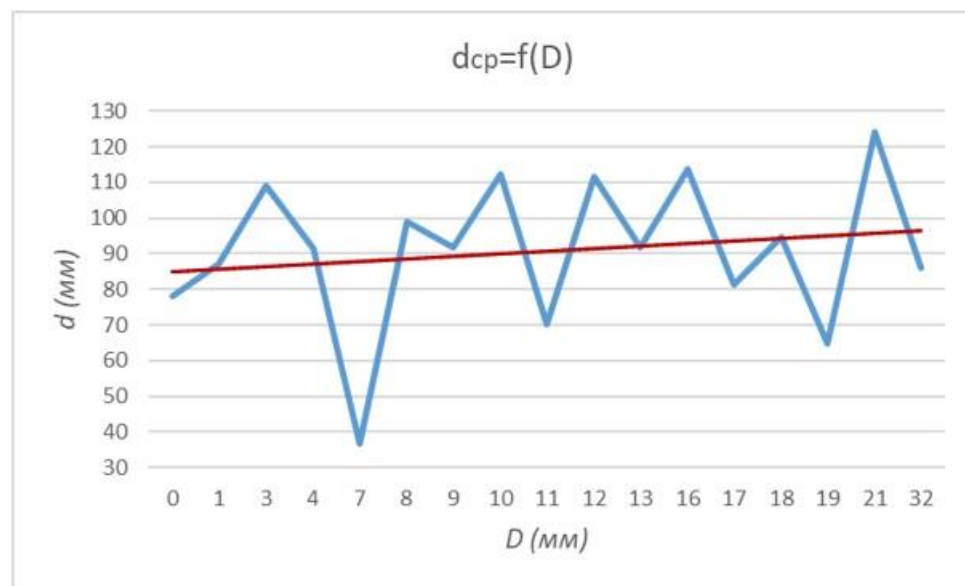
№ расч. схемы	№ вар	Z1, мм	Z2, мм	Z3, мм	Z4, мм	D, мм	Раскосы, №№ элементов				Поясы, №№ элементов			
							№	σ _{расч} раст (кН/м²)	№	σ _{расч} сж (кН/м²)	№	σ _{расч} раст (кН/м²)	№	σ _{расч} сж (кН/м²)
2	0	+20	-20	-20	+20	0	476	25491	478	-14139	640	241750	172	-282320
	1	-20	+20	-20	+20	-80	477	26693	478	-14473	640	241970	172	-282310
	2	+20	-20	+20	-20	80	477	27031	474	-14374	227	241960	172	-282440
	3	0	0	-80	0	80	473	25862	478	-14613	227	241320	172	-281990
	4	+20	0	+20	0	40	477	26882	474	-14019	227	242080	172	-282410
	5	0	+20	0	+20	-40	477	26709	478	-14185	227	241720	172	-282340
	6	-20	0	-20	0	-40	477	26847	478	-14581	640	241480	172	-282340
	7	0	-20	0	-20	40	477	27013	478	-14394	227	241470	172	-282400
	8	0	0	-20	0	-20	477	26872	478	-14375	227	241520	172	-282280
	9	20	0	0	0	20	477	26890	478	-14084	227	242000	172	-282310
	10	0	0	20	0	20	477	26856	478	-14208	640	241760	172	-282470

Усилия в искаженной расчетной схеме (деформированная опорная плоскость) превышают усилия в идеальной схеме в следующих наиболее нагруженных элементах:
 сжатом раскосе – всего на 1,67%, в растянутом раскосе – на 4,27%; сжатом поясе – на 0,44%, в растянутом поясе – на 0,02%.

9. СПбГАСУ. Магистрант Белякова Т.Е. Исследование качества установки фундаментов и сборки опор ВЛ 330 кВ



Промежуточная опора ПЗ30н-1 ВЛ 330 кВ
График зависимости отклонений опоры d от депланации D (синий цвет) и аппроксимирующая прямая (красный)



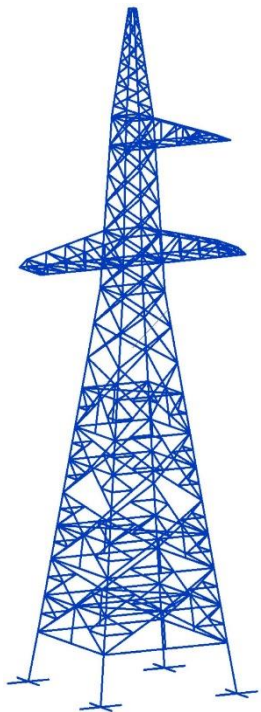
Депланация
 $D = Z3 - (Z4 + Z2) + Z1$

Для промежуточных опор, отличающихся почти вертикальным положением поясов, учет несовершенств, связанных с неточностью монтажной сборки, наличием депланации опорной плоскости и отклонением башни от вертикали, не оказывает значительного влияния на напряжённо – деформированное состояние конструкции.

10. СПбГАСУ. Магистрант Васильев В.С. Исследования совместной работы конструкций опор, фундаментов и грунтового основания сооружений башенного типа

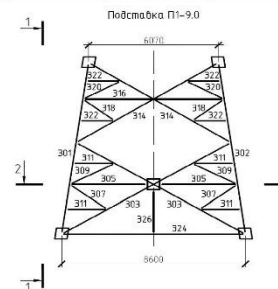
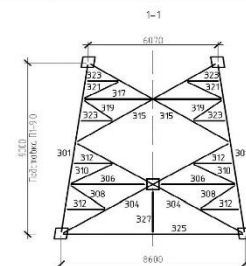
Табл. 2. Анкерно-угловая опора УЗ30н-1+14. Сводная таблица продольных усилий (тс) в зависимости от схемы опирания

№ участка	№ элемента	Жесткое сопряжение		Шарнирное сопряжение		Упругое основание Егр=10МПа		Упругое основание Егр=50МПа		Упругое основание Егр=100МПа		Упругое основание Егр=150МПа		Упругое основание Егр=200МПа	
		Максимальное усилие	Минимальное усилие	Максимальное усилие	Минимальное усилие	Максимальное усилие	Минимальное усилие	Максимальное усилие	Минимальное усилие	Максимальное усилие	Минимальное усилие	Максимальное усилие	Минимальное усилие	Максимальное усилие	Минимальное усилие
Подставка П1.2-5.0	351/352	154.400	-77.378	144.670	-70.291	97.749	-38.827	114.700	-55.714	121.540	-60.329	126.420	-62.274	129.020	-63.200
	353/354	13.098	-6.123	18.162	-6.963	10.176	-3.435	12.987	-4.935	14.234	-5.499	14.984	-5.762	15.407	-5.905
	355/356	13.088	-5.862	17.752	-6.322	10.226	-2.942	12.811	-4.484	14.170	-5.016	14.846	-5.260	15.230	-5.390
	357/358	0.730	-0.152	1.739	-0.210	0.578	-0.250	1.058	-0.208	1.277	-0.204	1.372	-0.206	1.425	-0.204
	359/360	0.927	-0.271	0.550	-0.123	0.405	-0.031	0.483	-0.078	0.509	-0.094	0.519	-0.101	0.524	-0.105
	361/362	0.952	-0.504	0.917	-0.490	0.559	-0.297	0.693	-0.399	0.738	-0.426	0.775	-0.438	0.796	-0.444
	363/364	1.896	-0.351	1.644	-0.252	1.138	-0.132	1.306	-0.198	1.413	-0.221	1.461	-0.231	1.487	-0.235
	365	0.181	-0.230	1.491	-0.678	0.543	-0.490	0.922	-0.607	1.099	-0.635	1.183	-0.638	1.231	-0.637
	366	0.111	-0.126	1.374	-1.390	0.513	-0.527	0.871	-0.886	1.028	-1.043	1.098	-1.114	1.137	-1.152
	367	0.051	-0.051	0.051	-0.051	0.057	-0.057	0.053	-0.053	0.051	-0.051	0.051	-0.051	0.051	-0.051
	368/369	0.000	0.000	0.000	0.000	5.641	-0.683	6.022	-1.138	6.186	-1.390	6.200	-1.489	6.162	-1.533
	370/371	0.198	0.166	0.196	0.166	0.201	0.152	0.200	0.153	0.199	0.155	0.199	0.155	0.199	0.155
	301/302	153.840	-73.140	143.880	-60.622	95.419	-33.672	110.870	-48.193	120.610	-51.969	125.330	-53.559	127.860	-54.291
	303/304	15.028	-6.174	15.482	-6.215	9.046	-3.137	11.522	-5.400	12.384	-5.690	12.948	-5.800	13.322	-5.859
Подставка П1-9.0	305/306	1.156	-0.531	4.381	-0.699	1.508	-0.502	2.787	-0.557	3.275	-0.589	3.485	-0.606	3.603	-0.615
	307/308	1.055	-0.293	0.965	-0.252	0.671	-0.169	0.794	-0.222	0.846	-0.231	0.868	-0.235	0.880	-0.237
	309/310	1.403	-0.679	1.286	-0.665	0.822	-0.370	1.031	-0.521	1.113	-0.566	1.148	-0.585	1.166	-0.595
	311/312	2.553	-0.730	2.339	-0.633	1.656	-0.294	1.853	-0.465	2.009	-0.523	2.077	-0.549	2.113	-0.559
	313	1.173	-0.302	1.605	-0.330	0.571	-0.207	1.065	-0.307	1.248	-0.329	1.325	-0.335	1.366	-0.337
	314/315	17.604	-0.302	16.881	-0.330	10.976	-0.210	13.821	-0.307	14.797	-0.330	15.225	-0.335	15.465	-0.337
	316/317	1.256	-0.571	1.178	-0.590	0.870	-0.319	0.999	-0.462	1.058	-0.501	1.084	-0.517	1.097	-0.526
	318/319	1.509	-0.423	1.352	-0.404	0.984	-0.297	1.110	-0.368	1.189	-0.380	1.222	-0.385	1.240	-0.387
	320/321	1.471	-0.679	1.344	-0.576	0.872	-0.352	1.068	-0.477	1.155	-0.506	1.192	-0.518	1.212	-0.523
	322/323	2.678	-0.914	2.511	-0.814	1.731	-0.418	2.104	-0.625	2.237	-0.682	2.295	-0.706	2.327	-0.717
	324/325	5.825	-2.052	5.876	-2.403	3.488	-0.804	3.992	-1.298	4.253	-1.545	4.382	-1.661	4.463	-1.729
	326/327	0.139	0.100	0.139	0.100	0.142	0.096	0.141	0.098	0.139	0.099	0.139	0.100	0.138	0.100



Схемы подставок
9,0 и 5,0 м для
анкерно-угловой
опоры УЗ30н-1+14

Фото. Анкерно-
угловая опора
УЗ30н-1+5



11. СПбГАСУ. Магистрант Филимонов А.С. и спец-т Джумаев А. Учет прогрессирующего обрушения при проектировании решетчатых конструкций стальных опор ВЛ

Рис.1 Конструкции опор ВЛ220кВ: предаварийное состояние (Бишкек, 2021); гололедно-ветровая авария в Подмосковье (2020)



Рис.2 Опора 330кВ: схема, удаляемые опорные элементы одной группы (пунктир), схема приложения динамического усилия с ударом и установленная диафрагма

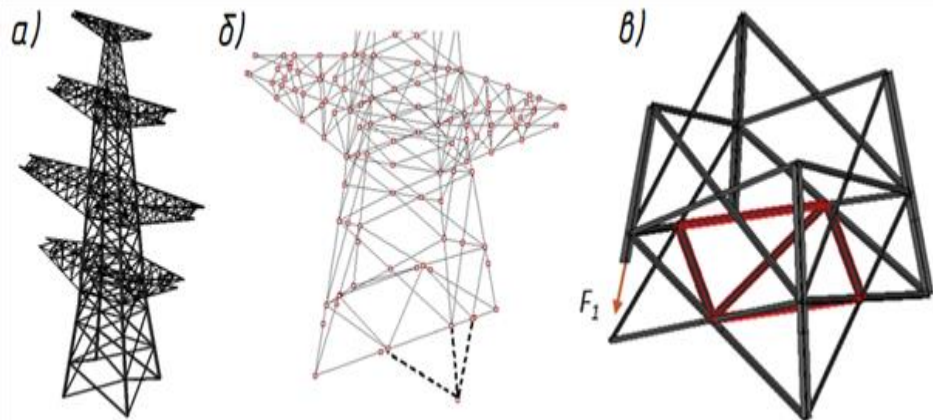


Рис. 3. Аварийное повреждение опоры ВЛ 500 (220) кВ от оползня

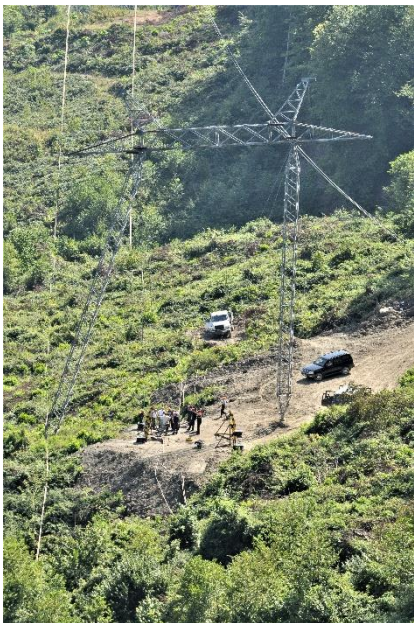
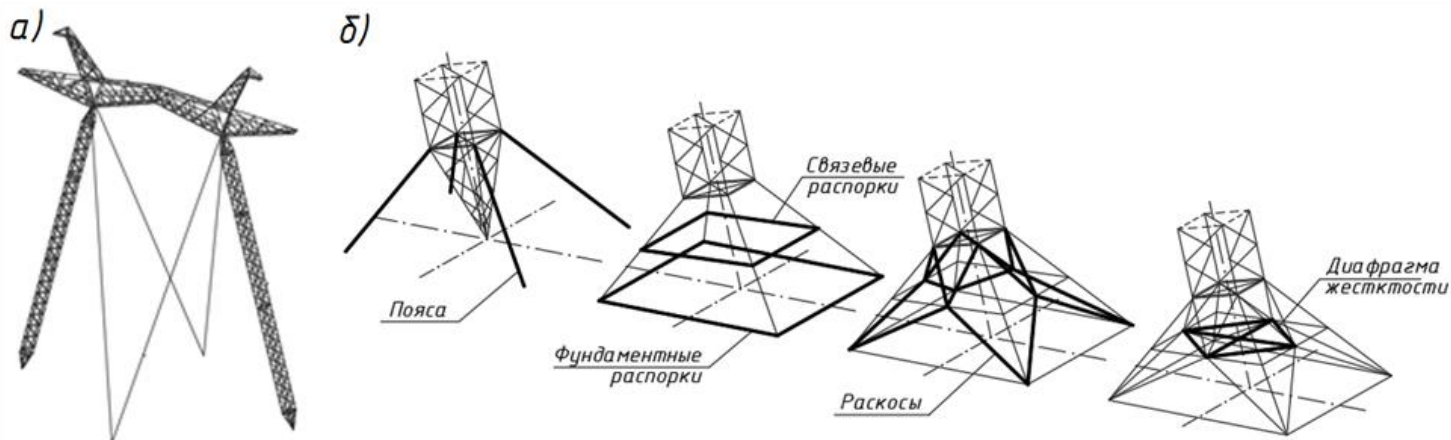


Рис.4 Конструкция опоры ВЛ750кВ на оттяжках: вариант шарнирного опирания опоры, процесс конструирования жесткой пяты



12. СПбГАСУ. Магистрант Мальчиков Д.А. Динамический удар при внезапном удалении элемента из конструкции опоры ВЛ

Рис.1 Поврежденные решетчатые и анкерно-угловая стальные опоры ВЛ110кВ со срезанными и снятыми раскосами, восстановление конструктивной целостности анкерно-угловой опоры (2020)



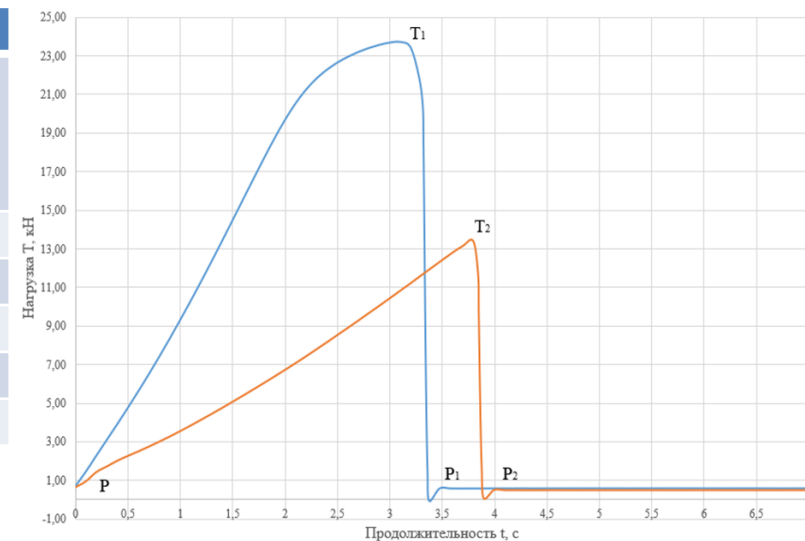
Рис.2 Модельные испытания стержня



Табл. Экспериментальные усилия в стержне от нагрузки Р и Т

№ исп ыта ния	Параметры		Испытательные усилия в стержне с периодичностью 0,1 с, Н								
	Р, кг	δ, мм	N _o	N _{max} (Т)	N _{min}	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆
1	39,3	2,0	414	9731	315	537	523	524	523	522	523
2	59,3	1,5	670	13378	100	534	520	520	519	519	519
3	54,3	1,0	459	21240	378	536	522	523	525	527	525
4	54,3	0,5	516	23644	155	567	525	516	520	521	527
5	59,3	0,5	699	23718	-64	576	582	578	581	580	585

Рис.3 Совмещенный график зависимости нагрузки от времени



13. СПбГАСУ. Анализ совместной механической работы опор в линейной системе

Рис.1 Конструкции радиобашни типа «Заря» высотой 42,0 м с антенными полотнами



Рис.2 Расчетная схема линейной системы из радиобашен (цифры – номера) с натяжной подвеской полотен (а), графики напряжений – деформаций (μm), возникающих в идентичных раскомах ствола башен №№ 11–15 при демонтаже АП в пролете между башнями №№ 10–11 (б)

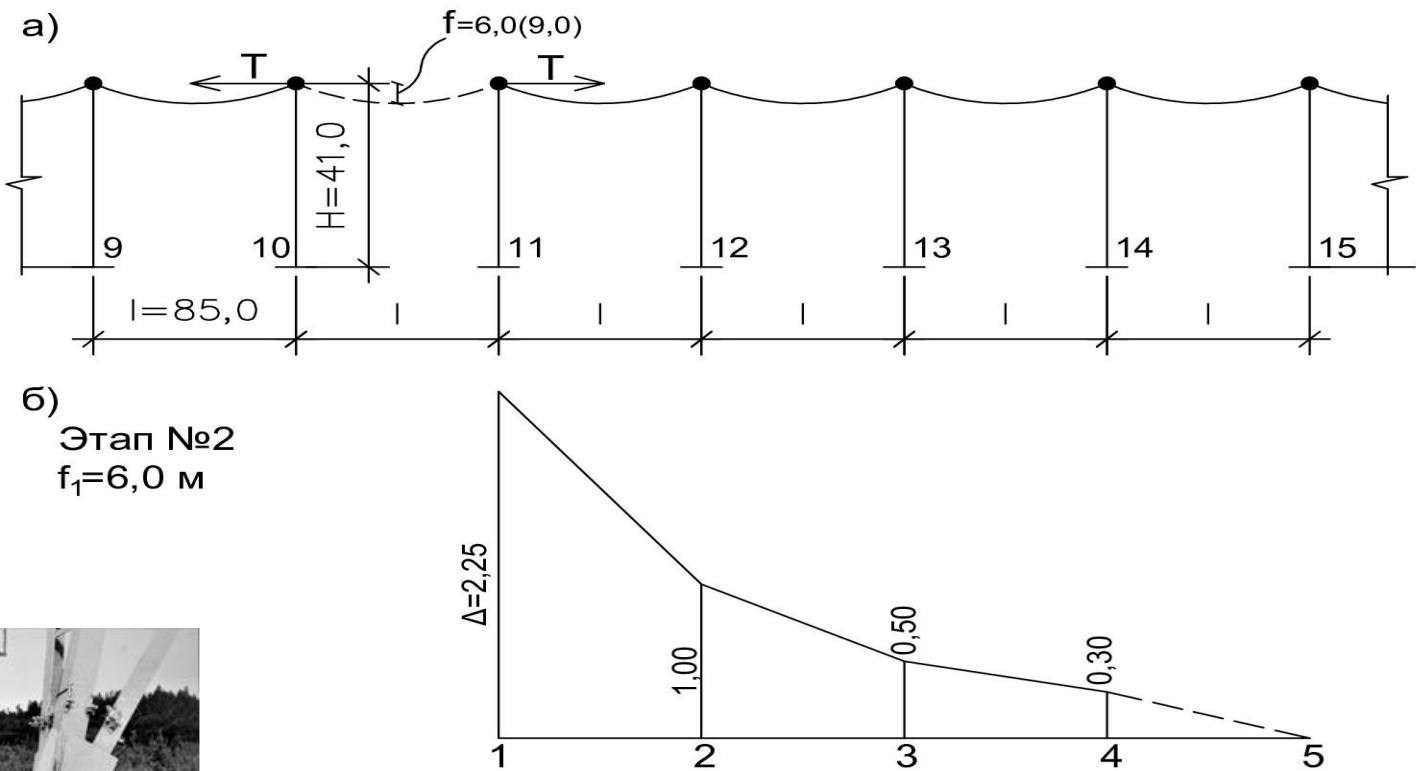
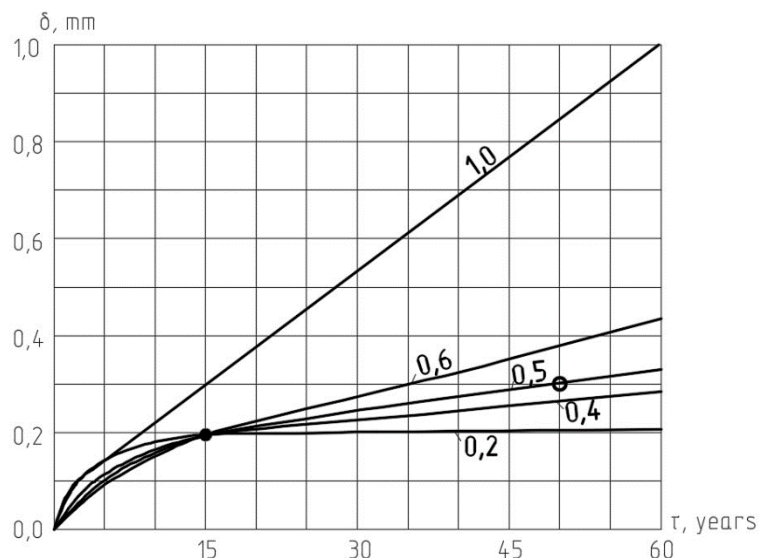


Рис. 3. Антенная группа «Заря» с линейной системой из 26 широкобазых радиобашен



Схема	Этап работ	Номера башен и показания тензометров на раскомах ствола (микрон, μm)					
		11	12	13	14	15	16
1	Математическая модель	1	0,500	0,250	0,125	0,0625	0,03125
2	Эксперимент (этап №2)	1	0,445	0,222	0,133	-	-
		0	10%	11,2%	6,4%	-	-

14. КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ВЛ ВО ВРЕМЕНИ



Формула позволяет при известной толщине коррозионного слоя δ_1 в мм за время τ_1 , прошедшее с момента ввода в эксплуатацию, получить искомую толщину коррозионного износа $\delta\tau$ на момент времени τ :

$$\delta\tau = \delta_1(\tau/\tau_1)^n,$$

где n – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние продуктов коррозии на скорость коррозионного процесса, принимаемый равным 0,2–0,4 для сельского района, 0,5–0,6 – для промышленного района. Предложена методика определения толщины коррозионного износа на перспективу при известном износе за известное время эксплуатации ВЛ, которая подтверждена контрольными замерами коррозии на стальных опорах с 50 летним сроком эксплуатации. Фото справа: стальная опора ВЛ35 кВ (Комиэнерго, г.Ухта)

Рис. 1. Уникальная гиперboloидная опора перехода ВЛ 110 кВ через р. Ока высотой 128 м, возведенная в 1927–29 годах на левом берегу в 12 км от г. Дзержинск Нижегородской обл. (фото автора, 2014)

15. ИННОВАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ПАО «РОССЕТИ»

Главная цель Новая Политика инновационного развития ПАО «Россети» (утв. 29.11.2021): переход к высокоэффективной электрической сети нового технологического уклада с высокими характеристиками надежности, эффективности, доступности, управляемости и клиентоориентированности с учетом прогноза научно-технического развития отраслей ТЭК на период до 2035 года, в частности:

- построение полного цикла инновационной деятельности от НИОКР до масштабирования и коммерциализации решений, развитие технологического реестра по основным направлениям, включая цифровые технологии;
- организация эффективной системы управления результатами интеллектуальной деятельности и интеллектуальной собственностью;
- осуществление систематического мониторинга инновационных технологий, оборудования и применяемых инноваций в России и за рубежом;
- разработка, апробация и обеспечение условий серийного внедрения инновационного оборудования и технологий с учетом факторов комплексной эффективности и на основе принципов **управления жизненным циклом объектов и систем**;
- создание Федерального Испытательного центра мирового уровня на базе АО «НТЦ Россети ФСК ЕЭС»;
- создание условий для развития перспективных научных исследований, технологических работ и передовых производств на территории Российской Федерации.

Технологический реестр по основным направлениям инновационного развития ПАО «Россети» разработан в целях повышения эффективности и качества реализации Программы инновационного развития ПАО «Россети», основанной на перечне технологий с применением передовых российских и зарубежных разработок и новых материалов в электроэнергетике.

Распоряжением ПАО «Россети» от 24.12.2018 №568р утвержден Технологический реестр по основным направлениям инновационного развития ПАО «Россети», число направлений определено равным 50 и, в основном, посвящено направлениям цифровой трансформации и сквозным технологиям. Так в Реестре на долю самой затратной составляющей при строительстве ВЛ строительно-монтажной части (доля стоимости опор и фундаментов – 75% от сметной стоимости ВЛ220 кВ!) выделен только один пункт – композитные материалы для опор, площадок и внешнего армирования.

16. НИОКР ПАО «РОССЕТИ»



Перечень актуальных направлений НИОКР, рекомендованных к реализации в ПАО «Россети» в 2022-2024 годах, включает исследования технологий цифровой сети и цифрового мониторинга электросетевых объектов, информационной безопасности и интеграции распределенной генерации с энергосистемой. Тем не менее здесь весьма актуальна область исследования «Проектирование, строительство и эксплуатация электросетевых объектов», которая включает следующие направления:

- Вопросы эксплуатации ЛЭП (включая северные районы РФ);
- Новые технологии для повышения надежности работы ЛЭП и ПС;
- Совершенствование технологий автоматизации прогнозирования развития электрических сетей и моделирования электросетевых объектов;
- Разработка методов повышения эксплуатационного ресурса и технических характеристик изоляции ВЛ и ПС.



Положение ЕТП – 2022 (2019-2021): пп. 2.5.3.16. Срок службы металлических, железобетонных и композитных опор ВЛ должен составлять не менее 50 лет. Срок службы деревянных опор должен составлять не менее 40 лет.



Положение ЕТП – 2017: пп.7.4.8. Срок службы деревянных опор ВЛ должен составлять не менее 40 лет, железобетонных не менее 50 лет, стальных решетчатых не менее 60 лет, стальных многогранных и композитных – не менее 70 лет



**Испытатели в Механической
лаборатории им. Профессора Н.Н.
Аистова (25.05.2022)**

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**