



**ШУТИС-ИЙН
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ
СУРГУУЛЬ**



**“Цахилгаан дамжуулах
үндэсний сүлжээ”
ТӨХК**

Улаанбаатар дамжуулах
үндэсний сүлжээ

УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ БОДЛОГЫН БАРИМТ БИЧИГ

**Улаанбаатар хот
2022 он**



**ШУТИС-ийн
ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ
СУРГУУЛЬ**



**“Цахилгаан дамжуулах
үндэсний сүлжээ”
ТӨХК**

УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ БОДЛОГЫН БАРИМТ БИЧИГ

Санхүүжүүлэгч: **“Цахилгаан дамжуулах үндэсний сүлжээ”
ТӨХК**

Гүйцэтгэгч: **ШУТИС-ийн Эрчим Хүчний Сургууль**
Хариуцлагатай гүйцэтгэгчид :

ШУ-ны доктор, академич Х.Энхжаргал ШУТИС ЭХС/

Гүйцэтгэгчид :

/док, дэд проф Ж.Арслан ШУТИС ЭХС/

/Магистр С.Адарсүрэн ШУТИС ЭХС/

/Магистр Ө.Баярмаа ШУТИС ЭХС/

Улаанбаатар хот
2022 он

ГАРЧИГ

1.1. ОРШИЛ	5
1.2. ЗОРИЛГО	5
1.3. ХАМРАХ ХҮРЭЭ.....	5
1.4. БОДЛОГЫН ТЭРГҮҮЛЭХ ЧИГЛЭЛ, БАРИМТЛАХ ЗАРЧИМ, ЗОРИЛТ.....	5
2. ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ СҮЛЖЭЭНИЙ ТАСРАЛТЫН СУДАЛГАА, ӨНӨӨГИЙН ТЕХНИК, ТОНОГЛОЛЫН БАЙДАЛД ҮНЭЛЭЛТ ХИЙХ.....	7
2.1. ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ СҮЛЖЭЭНИЙ ТАСРАЛТЫН СУДАЛГАА...7	
2.2. ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН БАЛАНСЫН ХЭМЖИЛТ	10
2.3. ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ҮНДСЭН ТОНОГЛОЛЫН РЕЛЕ ХАМГААЛАЛТЫН АЖИЛЛАГААНЫ СУДАЛГАА.....	11
2.4. ӨВЛИЙН ИХ АЧААЛЛЫН ХЭМЖИЛТЭЭР ХИЙСЭН ХҮЧДЭЛИЙН БАЛАНС.....	17
2.5. “ЦДҮС” ТӨХК-ийн хэмжээнд ашиглагдаж буй тоолуурын судалгаа	18
2.6. ДЭД СТАНЦ БА ИЛ ХУВААРИЛАХ БАЙГУУЛАМЖААС МЭДЭЭЛЭЛ ХҮЛЭЭН АВАХ, ИЛГЭЭХ СҮЛЖЭЭНИЙ СТАНДАРТ ИНТЕРФЕЙСИЙГ СОНГОХ.....	20
3.1. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ ХӨГЖЛИЙН ИННОВАЦЫН ЗАГВАР БОЛОВСРУУЛАХ ОНОЛЫН ҮНДЭС.....	25
3.2. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭ БАЙГУУЛАХ ҮНДСЭН ЗАРЧИМ.	28
3.3. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНД (SMART GRID) СУУРИЛСАН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ҮНДЭС	29
3.4. FACTS-Д СУУРИЛСАН ДАМЖУУЛАХ СҮЛЖЭЭНИЙ ГОРИМ ТОХИРУУЛАХ УЯН ХАТАН СИСТЕМ.....	33
3.5. НМИ (ХҮН-МАШИН-ИНТЕРФЕЙС) НЭВТРҮҮЛСЭН БАЙДАЛ, ТҮҮНИЙ ХӨГЖҮҮЛЭЛТ	36
3.6. “ЦДҮС” ТӨХК-ийн ХАРЬЯА ДЭД СТАНЦ, ЦДАШ-УУДАД УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ SONET ХЭРХЭН ҮҮСГЭХ ТАЛААР	38
4.1. “ЦДҮС” ТӨХК ДЭЭР БАЙГУУЛАХ УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ.....	40
(SMART GRID) ТЕХНОЛОГИЙН ҮНДЭС	40
4.2. ХЭМЖҮҮРИЙН БАГАЖ, ТӨХӨӨРӨМЖ.....	42
4.3. ӨГӨГДӨЛ ЦУГЛУУЛАХ.....	44
4.4. ХЯНАЛТ-ХЭМЖҮҮРИЙН ХЭРЭГСЭЛ	45
4.5. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ ТОНОГЛОЛД ТАВИГДАХ ШААРДЛАГУУД.	47
4.6. ХҮНИЙ НӨӨЦ, СУРГАЛТ, СУДАЛГААНЫ ЧИГЛЭЛЭЭР ТАВИГДАХ ҮНДСЭН ШААРДЛАГА:.....	48

4.7. МЭДЭЭЛЛИЙН АЮУЛГҮЙ БАЙДЛЫГ ХАНГАХАД ТАВИГДАХ ҮНДСЭН ШААРДЛАГА.....	49
4.8. МЭДЭЭЛЭЛ ДАМЖУУЛАХ ИНТЕРФЕЙСТ ТАВИГДАХ ШААРДЛАГА...	49
4.9. ҮНДСЭН ЗОРИЛГОД ХҮРЭХ ЗАМЫН ЗУРАГЛАЛ- КРІ	50
5.1. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭ (SMART GRID) ТЕХНОЛОГИЙГ НЭВТРҮҮЛСЭН ОЛОН УЛСЫН ЖИШЭЭ	52
ЗӨВЛӨМЖ ДҮГНЭЛТ	58
АШИГЛАСАН НОМ ЗОХИОЛ	59

НИЙТЛЭГ ҮНДЭСЛЭЛ

1.1. ОРШИЛ

Эрчим хүчний салбарын аюулгүй, тогтвортой ажиллагаа, эдийн засгийн үр ашигтай байдлыг хангахын тулд цахилгаан дамжуулах сүлжээний найдвартай байдал, ашиглалтын үйл ажиллагааны орчин үеийн шинэ технологи ашиглан удирдан зохион байгуулан, хянах, инновацад суурилсан өөрчлөлт шинэчлэлтийг хийх нэгдсэн хандлагыг бий болгоход оршино.

1.2. ЗОРИЛГО

“Цахилгаан дамжуулах үндэсний сүлжээ” ТӨХК-ийн харьяа үндсэн тоноглол, РХА төхөөрөмж, хэмжилт мэдээллийн системийн хэвийн найдвартай ажиллагааг хангах, техник технологийн шинэчлэл хийх, боловсон хүчний чадавхыг бэхжүүлэх зэрэг арга хэмжээг хэрэгжүүлэхэд энэхүү бодлогын баримт бичгийг үндэслэл болгоно.

1.3. ХАМРАХ ХҮРЭЭ

“Цахилгаан дамжуулан үндэсний сүлжээ” ТӨХК-ийн харьяа газар, алба хэлтсүүд өдөр тутмын үйл ажиллагаа, хэтийн төлөвлөгөөндөө энэхүү бодлогын бичиг баримтыг мөрдөж ажиллана.

1.4. БОДЛОГЫН ТЭРГҮҮЛЭХ ЧИГЛЭЛ, БАРИМТЛАХ ЗАРЧИМ, ЗОРИЛТ

1.4.1 “Цахилгаан дамжуулах үндэсний сүлжээ” ТӨХК-ийн үндсэн тоноглол, РХА, хэмжилт мэдээллийн системийн өнөөгийн байдал, хүрсэн түвшин, тулгамдаж байгаа асуудал, технологийн хөгжлийн чиг хандлагад нийцүүлэн дараах тэргүүлэх чиглэлийг тодорхойлж байна. Үүнд:

- Үндсэн тоноглолын шинэчлэлт, реле хамгаалалт, системийн автоматик, хэмжилт мэдээллийн системийн хөгжлийн хэтийн чиглэлийг тодорхойлж, шинэчлэх;
- Техникийн норматив баримт бичгийг тодорхойлж мөрдүүлэх хэрэгжилтийг хангах;
- Боловсон хүчний чадавхыг бэхжүүлэх;
- Ашиглалт болон засварын жилийн зардал хамгийн бага байх нөхцөлөөр реле хамгаалалт, автоматикийн ажиллагааны найдвартай ажиллагааг хангах;

1.4.2 Бодлогын стратегийн зорилго зорилтыг тодорхойлоход дараах тулгуур зарчмыг баримтална. Үүнд:

1. Үндсэн тоноглол болон реле хамгаалалт, автоматик, хэмжилт

мэдээллийн системийн хөгжлийн асуудлыг системийн бусад тоноглолын хөгжилтэй уялдуулж авч үзэх. (анхдагч тоноглол, холбоо, хэмжлэг, мэдээллийн технологийн процессыг удирдах автоматжуулсан систем г.м)

2. Реле хамгаалалт, автоматикийн цогц шинэчлэлтийг микропроцессорын элементийн бааз дээр хийгдсэн төхөөрөмжөөр шинэчлэх чиг хандлагатай нийцүүлэн хэрэгжүүлэх.
3. Монгол улсын эрчим хүчний системд хэрэглэдэг болон олон улсын стандартын шаардлагад нийцсэн тоноглолыг ашиглах.

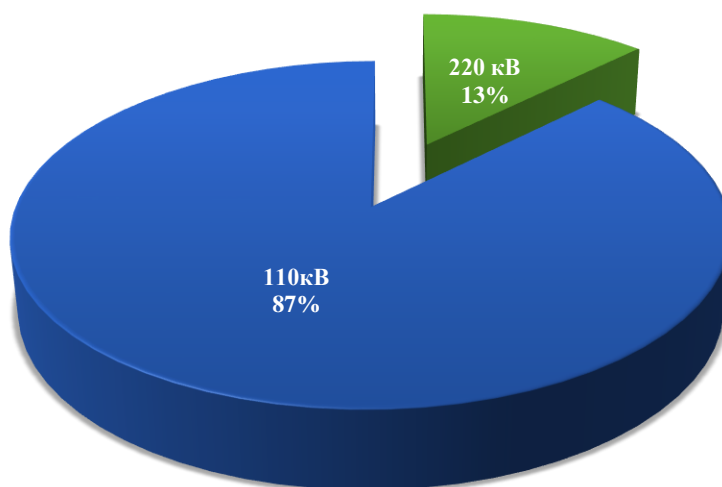
1.4.3 "Алсын хараа 2050" Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлого, Засгийн газрын 2020-2024 оны үйл ажиллагааны мөрийн хөтөлбөр, цахим засаглал болон авлигагүй сайн засаглалыг бий болгох зорилт, "ЦДҮС" ТӨХК-ийн "Техникийн нэгдсэн бодлогын баримт бичиг", компанийн үндсэн тоноглол, реле хамгаалалт, автоматик (РХА)-ийн өнөөгийн байдлын мэдээлэлд тулгуурлан үйл ажиллагааны үр дүн, тэдгээрийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэхэд чиглэсэн дараах стратегийн зорилтуудыг тодорхойлов.

БҮЛЭГ 2.

2. ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ СҮЛЖЭЭНИЙ ТАСРАЛТЫН СУДАЛГАА, ӨНӨӨГИЙН ТЕХНИК, ТОНОГЛОЛЫН БАЙДАЛД ҮНЭЛЭЛТ ХИЙХ

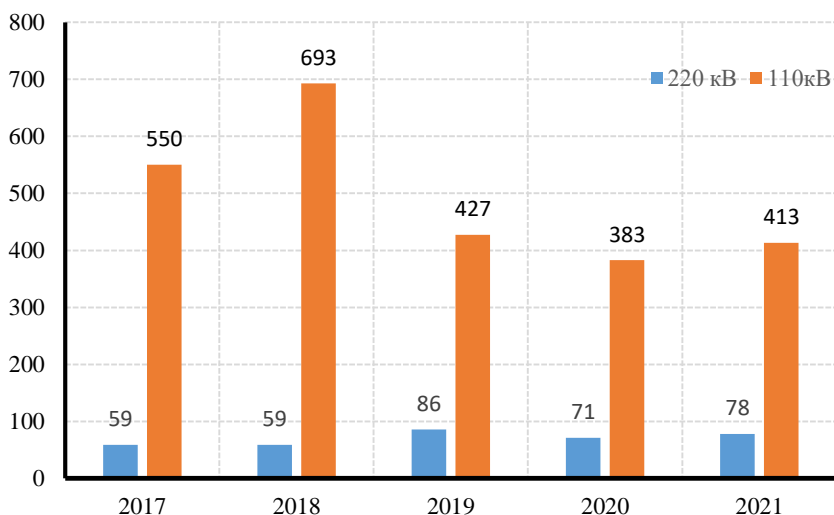
2.1. ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ СҮЛЖЭЭНИЙ ТАСРАЛТЫН СУДАЛГАА

“ЦДҮС” ТӨХК-ний үндсэн тоноглол дээр гарсан 2819 удаагийн тасралтын 2466 удаагийн буюу 87% нь 110 кВ-ын хүчдэлтэй тоноглол дээр, 353 удаа буюу 13% нь 220 кВ-ын хүчдэлтэй тоноглол дээр гарсан тасралт эзэлж байна (Зураг 2.1).



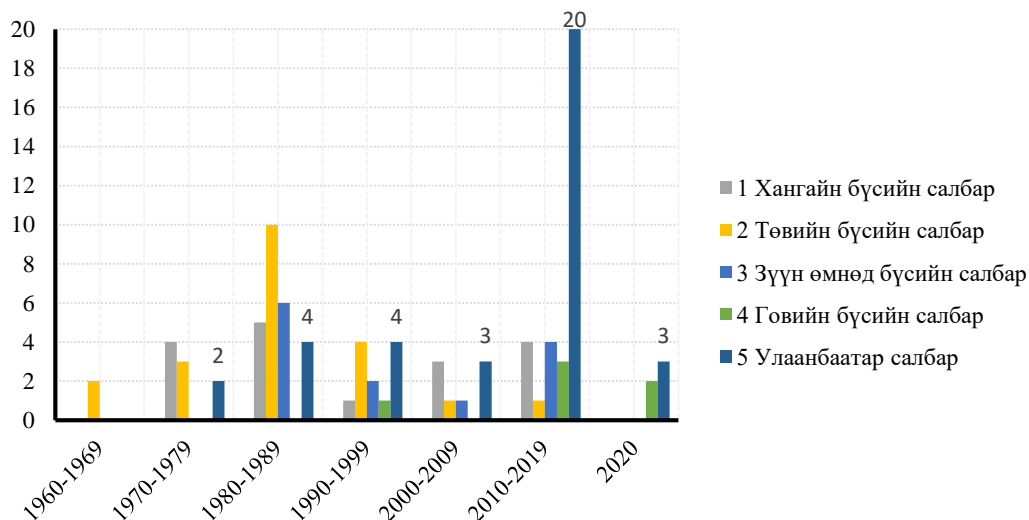
*Зураг 2.1. ЦДАШ-ын тасралтын судалгаа
(хүчдэлийн түвшингөөр)*

Зураг 2.2-д үзүүлснээс харахад 2017-2021 оны хооронд тасралтын тоо харьцангуй буурсан нь харагдаж байна. 2021 онд дунджаар 491 удаа тасралт үүссэн байна.



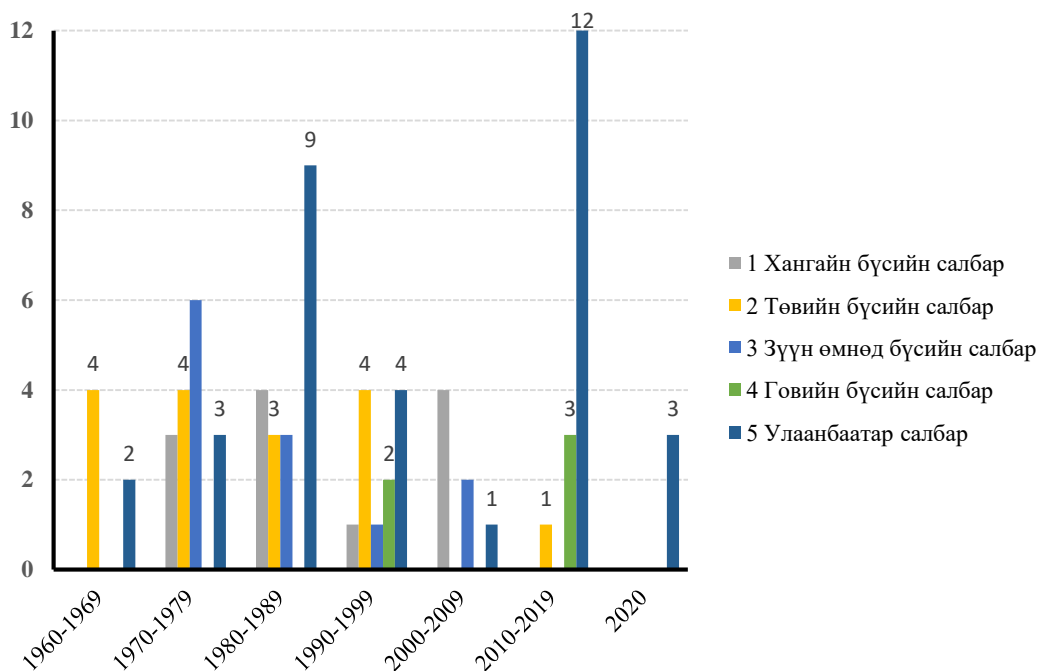
Зураг 2.2. 110кВ болон 220кВ-ын ЦДАШ-ын тасралтын судалгаа /2017-2021/

Зураг 2.3-д дэд станцын трансформаторын насжилтыг үзүүлэв. Судалгаанаас харахад Улаанбаатар салбарын трансформаторуудын насжилт хамгийн өндөр буюу 15 дээш жилийн насжилттай байна. Трансформаторын насжилт өндөр байгаа нь одоо ачаалал ихсэж байгаа нөхцөлд найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хэмжээнд хүрсэн нь харагдаж байна.

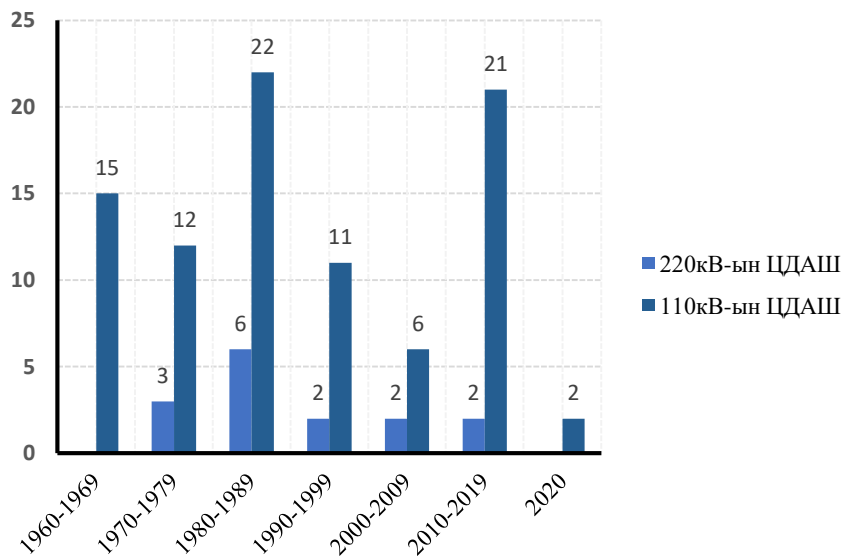


Зураг 2.3. Салбаруудын трансформаторын насжилт

Дэд станцуудын ашиглалтад орсон онуудаас харахад төвийн бүсийн 4 дэд станцын насжилт хамгийн өндөр 1960-1969 оны хооронд ашиглалтад орсон байдалтай байна. Сүүлийн үед Улаанбаатар салбарт хамгийн олон дэд станц ашиглалтад орсон буюу 2010-2019 оны хооронд нийт 12 дэд станц ашиглалтад орсон байна.



Зураг 2.4. Дэд станцуудын ашиглалтад орсон огноо



Зураг 2.5. ЦДАШ-ын насжилт.

Судалгаанаас харахад 1980-1989 оны хооронд ашиглалтад орсон ЦДАШ-ууд ихэнх хувийг (22 шугам) эзэлж байгаа бөгөөд дундаж насжилт 32 жил байна. ЦДАШ-ын насжилт өндөр болж байгаа нь засвар үйлчилгээг байнга тасралтгүй хийх шаардлагатай болж байна.

2.2. ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН БАЛАНСЫН ХЭМЖИЛТ

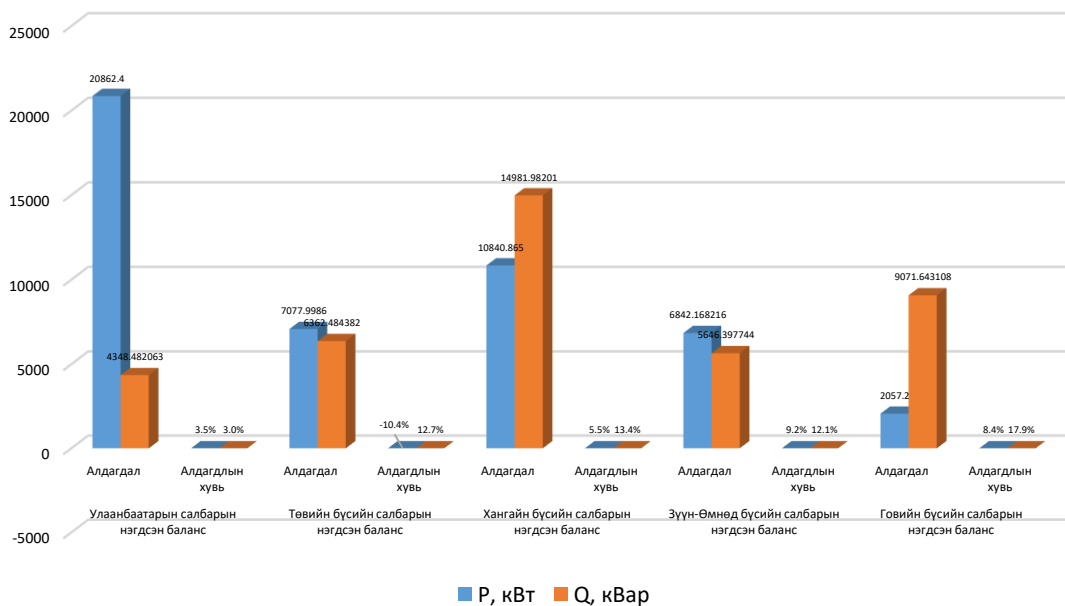
“ЦДҮС” ТӨХК-ийн 2021 оны 12 сарын 17-ны өвлийн их ачааллын хэмжилтээр хийсэн баланс хэмжилтийг хүснэгт 2.1-д үзүүлэв.

“ЦДҮС” ТӨХК-ийн 2021 оны өвлийн их ачааллын хэмжилтээр хийсэн баланс

Хүснэгт 2.1

д/д	Нэр	03 цаг		11 цаг		19 цаг		23 цаг		
		P, кВт	Q, кВар	P, кВт	Q, кВар	P, кВт	Q, кВар	P, кВт	Q, кВар	
1	Компанийн нийт баланс	Дамжуулалт	856673	225071	984499	209278	1038394	156032	973593	202713
		Түгээлт	830443	306637	949947	296315	999795	284606	925912	290145
		Генераци		368784		336265		358527		340581
		Алдагдал	26230	162924	34552	169327	38599	82111	47681	152277
		Хувь	3.1%	27%	3.5%	31%	3.7%	16%	4.9%	28%
2	Улаанбаатарын салбарын нэгдсэн баланс	Дамжуулалт	529227	153268	598904	152662	656571	150023	603890	143934
		Түгээлт	516199	133736	596138	134297	638325	134744	583027	127837
		Генераци		11956		11956		11740		11749
		Алдагдал	13,027.6	31,488.2	2,766.0	6,408.4	18,246.2	3,538.9	20,862.4	4,348.5
		Алдагдлын хувь	2.5%	20.5%	0.5%	4.2%	2.8%	2.4%	3.5%	3.0%
3	Төвийн бүсийн салбарын нэгдсэн баланс	Дамжуулалт	56055	24567.4	74531	26164.6	74900	28267.8	67975	25095.4
		Түгээлт	57189	44091.3	67574	44769.0	68322	41330.7	60897	43598.8
		Генераци		75,958		74,717		74,849		75,057
		Алдагдал	-1134	7299.3	6957	3783.0	6578	5250.8	7078	6362.5
		Алдагдлын хувь	1.98%	14.2%	9.3%	7.8%	8.8%	11.3%	-10.4%	12.7%
4	Хангайн бүсийн салбарын нэгдсэн баланс	Дамжуулалт	185403	58936	204890	40251	197415	51657	196042	41794
		Түгээлт	175568	61286.1	187227	54006.3	190741	50477.9	185201	54639
		Генераци		135861		107332		129292		111415
		Алдагдал	9835	15639	17663	13075	6674	27157	10841	14982
		Алдагдлын хувь	5.3%	11.5%	8.6%	12.2%	3.4%	21.0%	5.5%	13.4%
5	Зүүн-Өмнөд бүсийн салбарын нэгдсэн баланс	Дамжуулалт	65885	-40294	79785	-35776	83892	-49317	81307	-35842
		Түгээлт	62564	36873	74450	38067	78073	30902	74464	41047
		Генераци		85114		82277		83025		82535
		Алдагдал	3320	7947	5334	8435	5819	2806	6842	5646
		Алдагдлын хувь	5.3%	17.73%	7.2%	18.14%	7.5%	8.33%	9.2%	12.09%
6	Говийн бүсийн салбарын нэгдсэн баланс	Дамжуулалт	20104	28593	26389	25976	25616	-24599	24380	27731
		Түгээлт	18922	30651	24557	25176	24334	27151	22323	23023
		Генераци		59895		59982		59620		59825
		Алдагдал	1182	651	1832	8830	1282	7870	2057	9072
		Алдагдлын хувь	5.9%	1.1%	6.9%	17.3%	5.0%	22.5%	8.4%	17.9%

Хэмжилтийг оргил ачааллын үед 7-8 цагийн зайтай 4 удаагийн хэмжилтийг ашигласан ба Төвийн бүсийн салбарт хамгийн их актив чадлын -10,4%, Говийн бүсийн салбарт хуурмаг чадлын хамгийн их алдагдалтай 17,9% гарсан байна (зураг 2.6).



Зураг 2.6. Өвлийн их ачааллын хэмжилтээр хийсэн баланс хэмжилт (салбар бүрээр)

Балансын хэмжилтээс харахад 2020 оны оргил ачааллаас 80-127 МВт (7,6%-17,8%) илүү ачаалалтай ажиллаж байгаа нь харагдаж байна. Ялангуяа Төвийн болон Улаанбаатар салбарт ачаалал огцом нэмэгдсэн байдалтай байна. 2021 онд Улаанбаатар салбарт 5-16%-ийн өсөлттэй байна.

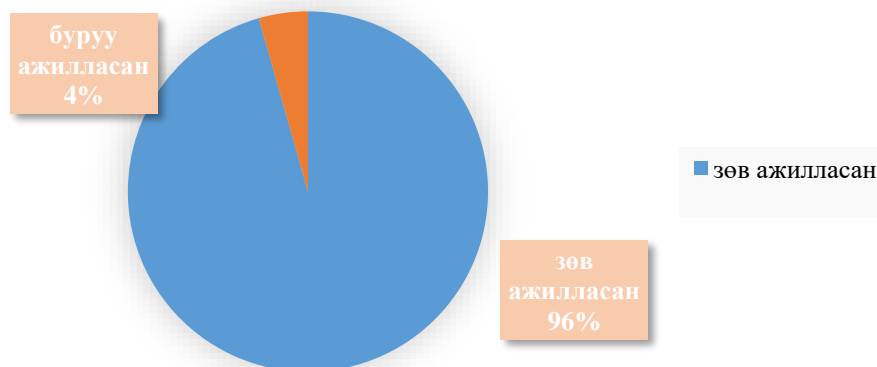
Ихэнх алдагдал нь зуны горим бага ачаалалтай ажилладаг, өсөлт нь 80% дээш ачаалагдан ажиллаж байгаатай холбоотой болно. Хангайн бүсийн зарим (Мөрөн дэд станц) трансформаторууд 93% хүртэл ачаалагдсан байна.

2.3. ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ҮНДСЭН ТОНОГЛОЛЫН РЕЛЕ ХАМГААЛАЛТЫН АЖИЛЛАГААНЫ СУДАЛГАА.

2021 онд “ЦДҮС” ТӨХК-ийн харьяа 110-220 кВ-ын ЦДАШ, тоноглолууд дээр гэмтэл доголдол гарах үед гэмтэлтэй хэсгийг тусгаарлан найдвартай ажиллагааг хангаж реле хамгаалалтын байгууламж нийт 568 удаа ажилласан байна. Гарсан бүх

тасралтын 563 буюу 96% нь зөв ажилласан ба 25 удаа буюу 4% нь селектив бус ажилласан байна.

Реле хамгаалалтын ажиллагаа (2020)



Зураг 2.7. ЦДАШ-ын РХ-ын ажилласан байдал.

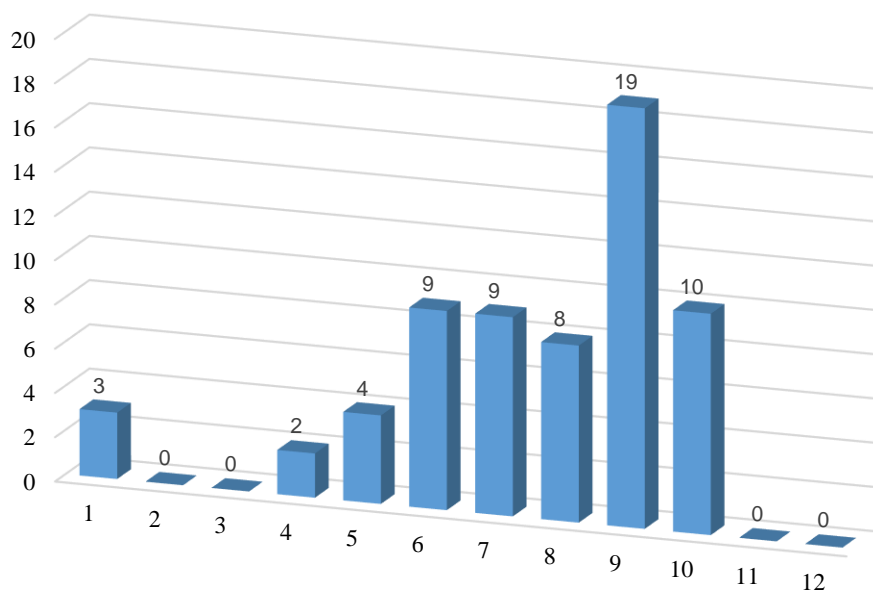
РХ-ын төхөөрөмжийн ажиллагааны байдлаас харахад 6-8 сард хамгийн олон удаа ажилласан байх бөгөөд ялангуяа 7-р сард хамгийн олон удаа 101 удаа ажилласан байна. Мөн өвлийн улиралд тасралтын тоо буурсан болон РХ-ын төхөөрөмжийн буруу ажиллагаа байхгүй байна.

РХ-ын төхөөрөмжийн ажиллагааны үзүүлэлт

Хүснэгт 2.2

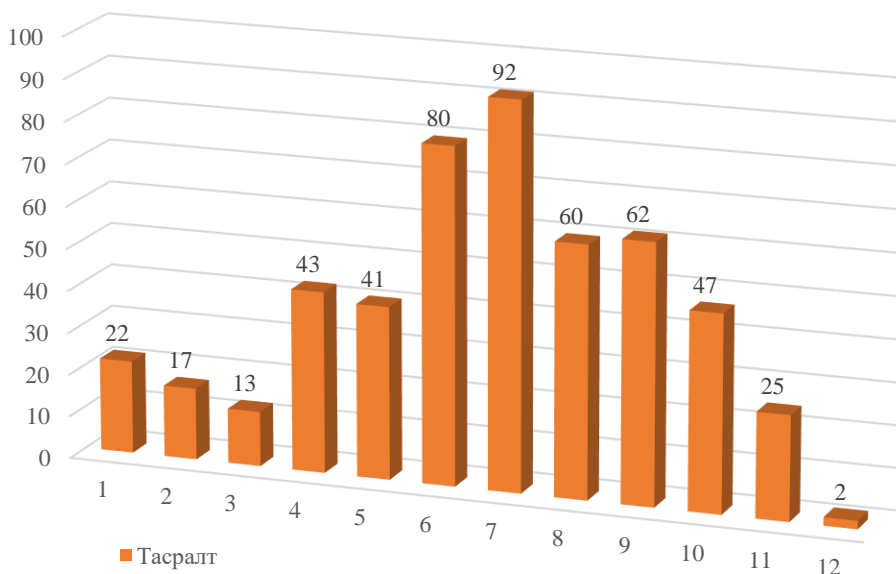
Сар	Нийт ажилласан	Үүнээс		ажиллаагүй
		зөв ажилласан /селектив/	буруу ажилласан /селектив бус/	
2 сар	17	17	0	-
3 сар	13	13	0	-
4 сар	45	44	1	-
5 сар	45	42	3	-
6 сар	89	85	4	-
7 сар	101	99	2	-
8 сар	68	65	3	-
9 сар	81	75	6	-
10 сар	57	54	3	-
11 сар	25	23	2	-
12 сар	2	1	1	-
Нийт	568	543	25	

Судалгаанаас харахад 220кВ-ын тоноглолын тасралт 64 удаа, 110кВ-ын тоноглолын тасралт 504 удаа болсон байна. 9-р сард хамгийн олон 19 удаа тасралт болсон байгаа бөгөөд тасралт бүр хамгаалалт найдвартай ажилласан байна. Судалгаанд хамрагдсан ЦДАШ-уудаас АШ-225 (Чойр-Мандал) нь хамгийн олон 18 удаа тасарсан байна.

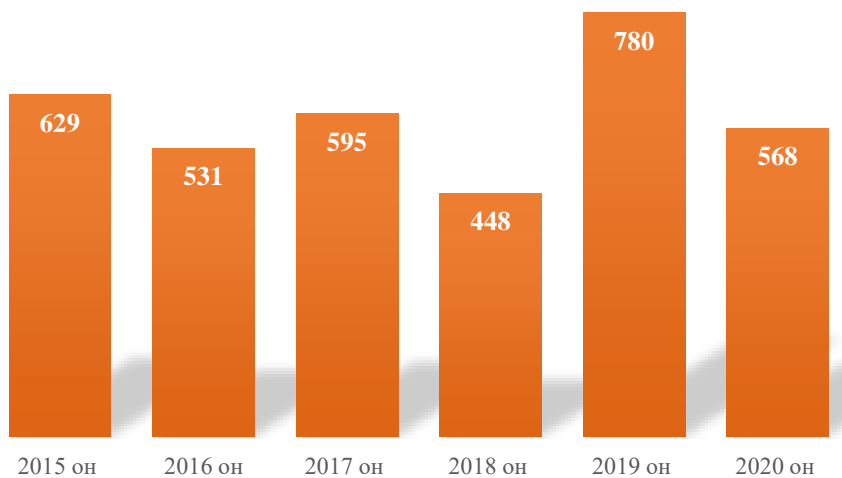


Зураг 2.8. 220 кВ-ын тоноглолын тасралтын тоо (сараар)

Зураг 2.7-д 110 кВ-ын тоноглолын таралтын судалгааг үзүүлэв. Судалгаанд хамрагдсан ихэнх тоноглол нь ЦДАШ учраас 6-9 сард тасралтын ихэнх хувийг эзэлж байна. Энэ нь нийт тасралтын 71,4%-ийг эзэлж байна. Тэлмэний 60 удаа, Ерөө 29 удаа, Баруун-урт 54 удаа, Хархорин А,Б-27/32 удаа тус тус тасарч хамгаалалт ажилласан үзүүлэлттэй байна.



Зураг 2.9. 110 кВ-ын тоноглолын тасралтын тоо (сараар)



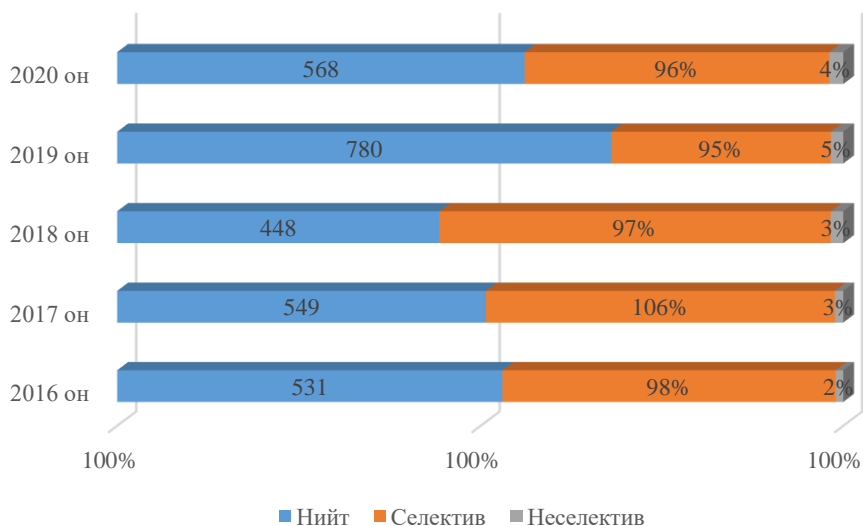
Зураг 2.10. Сүүлийн 5 жилийн тасралтын тоо

Сүүлийн 5 жилийн тасралтын судалгаанаас харахад 2020 тасралтын тоо нь сүүлийн жилүүдийн дунджаас (591) доогуур байна. Энэ нь реле хамгаалалт автоматикийн төхөөрөмжийг микропроцессорын элементийн бааз дээр хийгдсэн төхөөрөмжөөр сольж байгаатай холбогдон хамгаалалтын мэдрэмж сайжирсан, дээр нь шинээр НЦС-ууд нэмэгдэж горимын тогтворжилтод нөлөөлсөн, шинэ шугамын ашиглалт эхэлсэнтэй холбоотой хамгаалалтын тавил, мэдрэмжийг зөв тохируулах асуудал байгаа нь харагдаж байна.

2016-2020 оны хооронд Реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн ажиллагаа

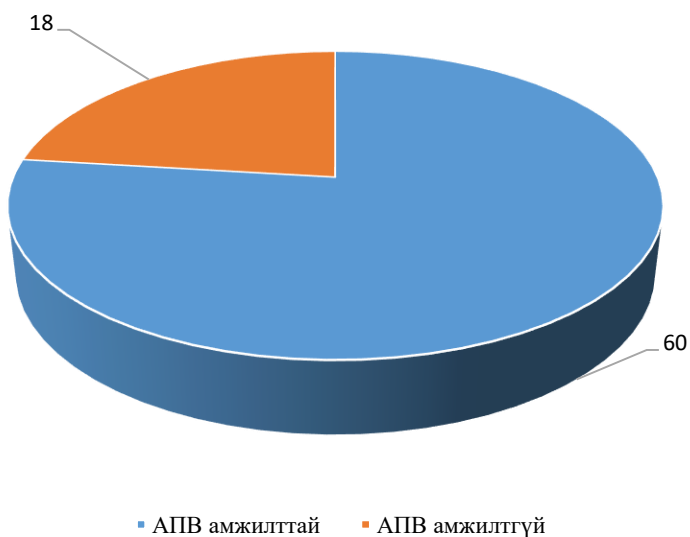
Хүснэгт 2.3

Ажилласан тоо					Селектив ажилласан					Селектив бус ажилласан					Реле хамгаалалт, автоматикийн найдвартай ажиллагаа %				
2016 он	2017 он	2018 он	2019 он	2020 он	2016 он	2017 он	2018 он	2019 он	2020 он	2016 он	2017 он	2018 он	2019 он	2020 он	2016 он	2017 он	2018 он	2019 он	2020 он
14	10	10	25	25	12	10	10	24	25	2	0	0	1	0	85.70%	100%	100%	96%	100%
10	17	9	23	17	9	16	8	20	17	1	1	1	3	0	90%	94.11%	89%	87%	100%
41	25	26	22	13	38	24	26	20	13	3	1	0	2	0	92.70%	96%	100%	91%	100%
47	37	44	48	45	47	37	42	44	44	0	0	2	4	1	100%	100%	96.00%	92%	98%
43	54	35	65	45	43	53	34	58	42	0	1	1	7	3	100%	98.14%	97.14%	89%	93%
77	99	53	83	89	77	98	53	77	85	0	1	0	6	4	98.70%	98.98%	100%	93%	96%
121	106	79	144	101	118	104	76	140	99	3	2	3	4	2	96.69%	98.11%	96.20%	97%	98%
51	131	76	166	68	48	129	72	157	65	3	2	4	9	3	94.10%	98.47%	95%	94.50%	96%
49	55	59	64	81	49	53	57	62	75	0	2	2	2	6	100%	96.36%	96.60%	96.80%	93%
38	35	32	55	57	38	33	32	52	54	0	2	0	3	3	94.70%	94.28%	100%	94.50%	95%
28	12	15	53	25	28	11	14	52	23	0	1	1	1	2	100%	91.66%	93.30%	98.10%	92%
12	14	10	32	2	12	13	10	32	1	0	1	0		1	100%	100%	100%	100%	50%
531	549	448	780	568	519	581	434	738	543	12	14	14	42	25	97.74%	97.17%	96.87%	94.07%	96%



Зураг 2.11. 2016-2020 оны хооронд Реле хамгаалалтын төхөөрөмжийн ажилласан байдал

Зураг 2.11-ээс харахад реле хамгаалалтын ажиллагаа олон жилийн дунджаас буурсан харагдаж байгаа боловч, хамгаалалтын сонгох чадвар (селективность) дээшилсэн нь харагдаж байна.



Зураг 2.12. 2020 онд ЦДАШ дээр ажилласан автомат дахин залгагчийн ажиллагаа

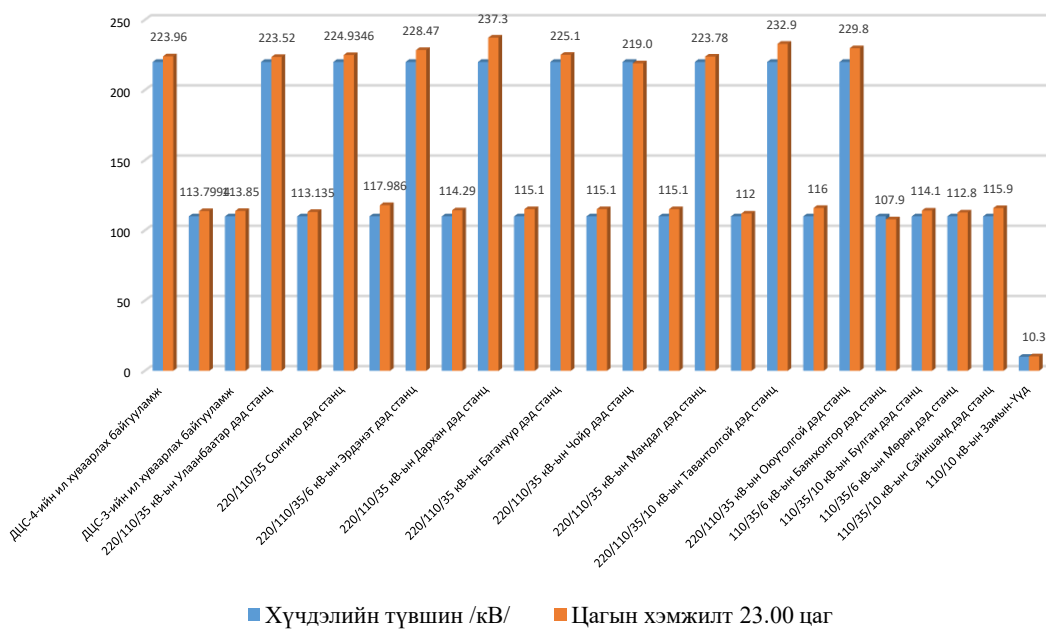
Судалгаанаас харахад 2020 онд 110, 220 кВ-ын ЦДАШ дээр гарсан гэмтлийн дараа АПВ-ийн төхөөрөмж (ОАПВ) 30% нь амжилтгүй ажилласан буюу ажлаас гаргасан тоон үзүүлэлт байна. Эдгээр шугамууд нь ихэнх нь говийн бүсийн салбарт

хамаарах Тавантолгой, Чойр-Мандалын шинээр ашиглалтад орсон шугам дээр тавигдсан автоматик байгаа бөгөөд цаг агаарын онцгой нөхцөлд найдвартай ажилсан нь харагдаж байна.

2.4. ӨВЛИЙН ИХ АЧААЛЛЫН ХЭМЖИЛТЭЭР ХИЙСЭН ХҮЧДЭЛИЙН БАЛАНС

Өвлийн их ачааллын үеийн хүчдэлийн балансын хэмжилтийг 220, 110 кВ-ын нийт 16 дэд станц дээр гүйцэтгэсэн байна.

Хэмжилтээс харахад хамгийн их хүчдэлийн бууралттай цэг нь нь Баянхонгор дэд станцын 110 кВ-ын шин дээр 1.9% бууралттай Дархан дэд станцын 110 кВ-ын шин дээрх 7,9% өсөлттэй байсан байна.



Зураг 2.13. Хүчдэлийн балансын хэмжилтийн үр дүн (220, 110 кВ-ын шин дээрх)

Өвлийн их ачааллын хэмжилтээр хийсэн хүчдэлийн баланс

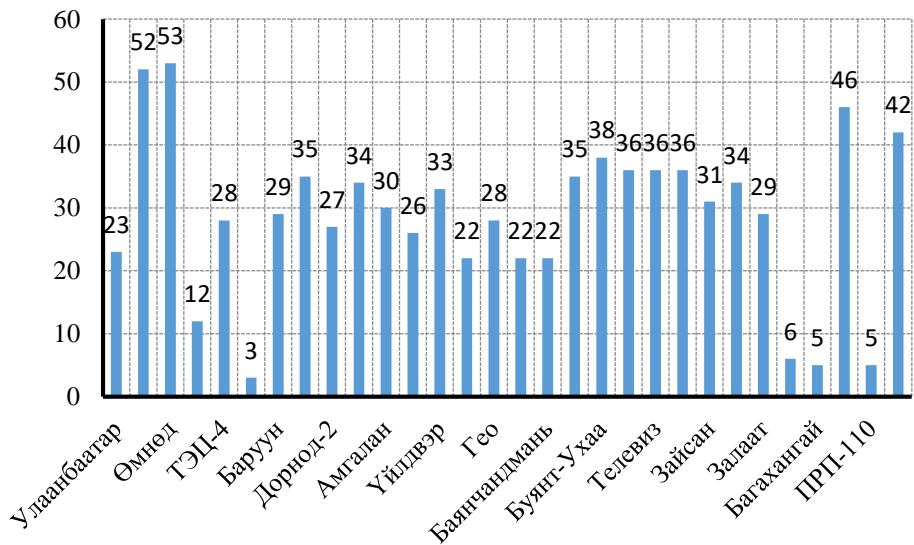
Хүснэгт 2.4

Д.д	Дэд станц	Хүчдэлийн түвшин /кВ/	3:00	11:00	19:00	23:00
1	ДЦС-4 ил хуваарилах байгууламж	220	226.457	224.1734	223.3	223.96
		110	113.9897	113.4188	113.2285	113.7994
2	ДЦС-3 ил хуваарилах байгууламж	110	114.84	113.41	113.08	113.85
3		220	225.5	222.53	222.2	223.52

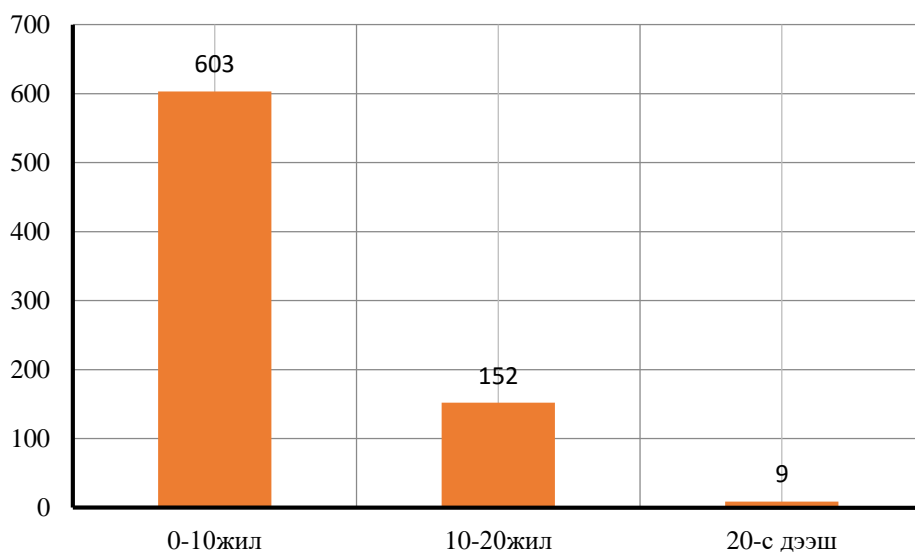
	220/110/35 кВ-ын Улаанбаатар дэд станц	110	114.07	112.695	112.53	113.135
4	220/110/35 Сонгино дэд станц	220	226.8376	224.1734	224.554	224.9346
		110	118.7472	117.4151	117.6054	117.986
5	220/110/35/6 кВ-ын Эрдэнэт дэд станц	220	232.76	226.16	0	228.47
		110	114.84	113.19	114.785	114.29
6	220/110/35 кВ-ын Дархан дэд станц	220	238.9	236.8	235.2	237.3
		110	116.1	114.6	114.4	115.1
7	220/110/35 кВ-ын Багануур дэд станц	220	227.2	224.6	223.6	225.1
		110	116.3	115.2	114.7	115.1
8	220/110/35 кВ-ын Чойр дэд станц	220	220.6	217.5	219.8	219.0
		110	117.3	115.2	115.9	115.1
9	220/110/35 кВ-ын Мандал дэд станц	220	226	224.1	223.8	223.78
		110	113.2	112	112	112
10	220/110/35/10 кВ-ын Тавантолгой дэд станц	220	232.5	231.7	232.1	232.9
		110	116.3	116.4	116.4	116
11	220/110/35 кВ-ын Оюутолгой дэд станц	220	229.5	229.8	229.8	229.8
12	110/35/6 кВ-ын Баянхонгор дэд станц	110	109.6	102.8	97.2	107.9
13	110/35/10 кВ-ын Булган дэд станц	110	116.5	112.9	114.8	114.1
14	110/35/6 кВ-ын Мөрөн дэд станц	110	114.4	107.7	105.9	112.8
15	110/35/10 кВ-ын Сайншанд дэд станц	110	116.9	116.8	116.9	115.9
16	110/10 кВ-ын Замын-Үүд	10	10.4	10.5	10.5	10.3

2.5. “ЦДҮС” ТӨХК-ийн хэмжээнд ашиглагдаж буй тоолуурын судалгаа

Зөвхөн Улаанбаатар салбарт нийт 858 ширхэг тоолуур ашиглаж байгаагаас 0-10 жилийн насжилт бүхий 600 гаруй тоолуур, 10-20 жилийн насжилттай 152, 20 дээш жил ашиглаж байгаа 9 тоолуур хэрэглэж байна.



Зураг 2.14. Улаанбаатар салбарын тоолуурын судалгаа



Зураг 2.15. Улаанбаатар салбарын тоолууруудын насжилт

“ЦДҮС” ТӨХК-ийн хэмжээнд 17 төрлийн 1747 ширхэг тоолуур ашиглаж байна. Үүнээс хамгийн олон 435 ширхэг А1805RL төрлийн тоолуур ашиглаж байна.

“ЦДҮС” ТӨХК-ын тоолуурын нэгдсэн судалгаа

Хүснэгт 2.4

Д	Салбаруудын нэр	Нийт дүн	A1805RL	A1802RL	A1805RAL	A1802RAL	EA05RL	A1700	A1140	Landys gyr	Landys gyr	Альфа	DSSD-22	Бусад	САЗУ	СА4У	Хятад	Орос (380V)	Бусад
1	Улаанбаатар	858	292	90	130	160	57	27	40	00	00	55	14	00	00	00	34	81	00
2	Төвийн Бүс	347	95	09	18	10	10	11	22	31	42	00	33	15	11	14	44	12	00
3	Хангайн Бүс	229	59	92	32	33	10	55	00	00	00	22	13	30	05	53	11	00	00
4	Зүүн Өмнөд	224	34	22	30	17	11	00	20	00	00	00	14	00	13	00	10	10	00
5	Говийн бүс	89	90	07	49	19	77	11	10	00	00	00	10	02	00	02	00	00	00
	ЦДҮС дүн	1747	435	101	208	207	305	44	55	31	42	77	26	10	30	66	33	24	30

2.6. ДЭД СТАНЦ БА ИЛ ХУВААРИЛАХ БАЙГУУЛАМЖААС МЭДЭЭЛЭЛ ХҮЛЭЭН АВАХ, ИЛГЭЭХ СҮЛЖЭЭНИЙ СТАНДАРТ ИНТЕРФЕЙСИЙГ СОНГОХ

Судалгаанаас харахад ухаалаг тоолуурын системд Европын холбооны улс орнуудад цахилгаан эрчим хүчний ухаалаг тоолуурын системд олон төрлийн холбооны интерфэйсийг түгээх системийг өргөн хэрэглэж байна. /ойлгомжгүй/



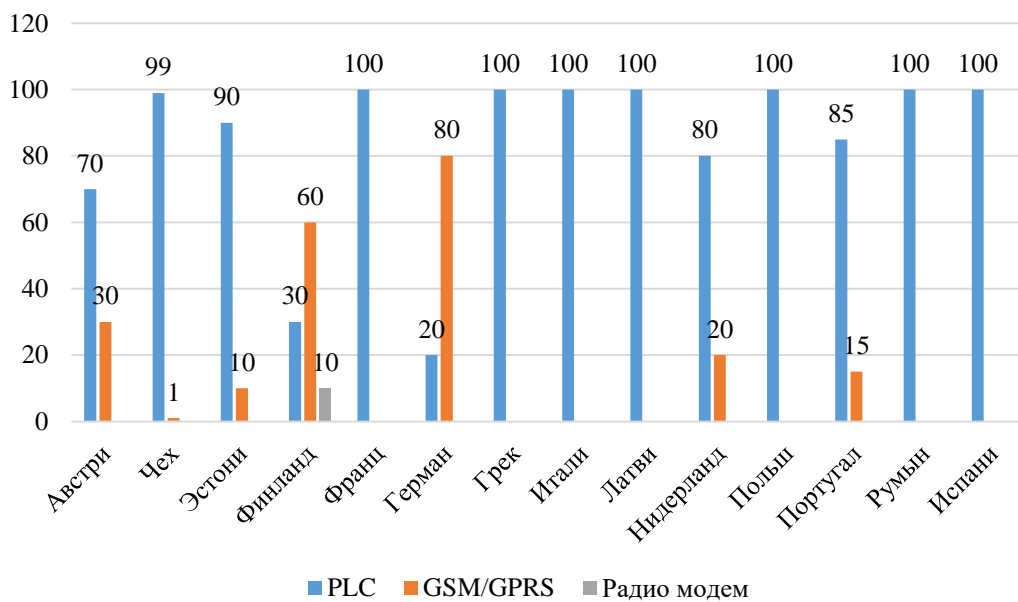
Зураг 2.16. Ухаалаг сүлжээний загвар.

Европын холбооны улс орнуудад хэргэлдэг цахилгаан эрчим хүчний ухаалаг тоолуурын системийн судалгаа

Хүснэгт 2.5

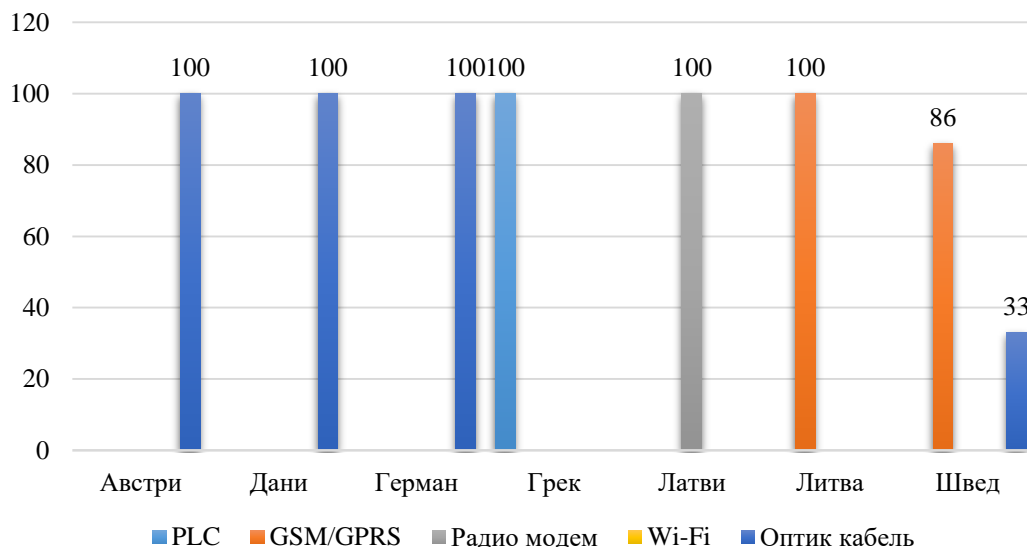
Орон	Холбооны интерфэйс (тоолуураас өгөгдөл дамжуулах төхөөрөмж хүртэл)			Холбооны интерфэйс (өгөгдөл дамжуулах өгөгдөл боловсруулах систем хүртэл)				
	PLC	GSM/GPRS	Радио модем	PLC	GSM/GPRS	Радио модем	Wifi	Оптик кабель
Австри	70	30						100
Бельги	+	+						
Болгар	+	+						
Кипр	+	+						
Чех	99	1		+	+			+
Дани	+	+	+					100
Эстони	90	10						
Финланд	30	60	10					
Франц	100							

Герман	20	80						100
Грек	100			100				
Унгар								
Ирланд	+		+					
Итали	100				+	+		
Латви	100					100		
Литва	+	+			100			
Люксембург	+	+		+	+			
Мальт	+	+						
Нидерланд	80	20						
Польш	100							
Португал	85	15						
Румын	100				+		+	+
Словак	+		+					
Словени	+	+	+					
Испани	100							
Швед	+	+	+	+	86	+	+	33
Их британи			+					



Зураг 2.17. Холбооны интерфэйс (тоолуураас өгөгдөл дамжуулах төхөөрөмж)

Ихэнх ухаалаг системд PLC болон GSM/GPRS төрлийн төхөөрөмжүүдийг ашиглан мэдээлэлийг солилцож байна.



Зураг 2.18. Холбооны интерфэйс (өгөгдөл дамжуулах систем)

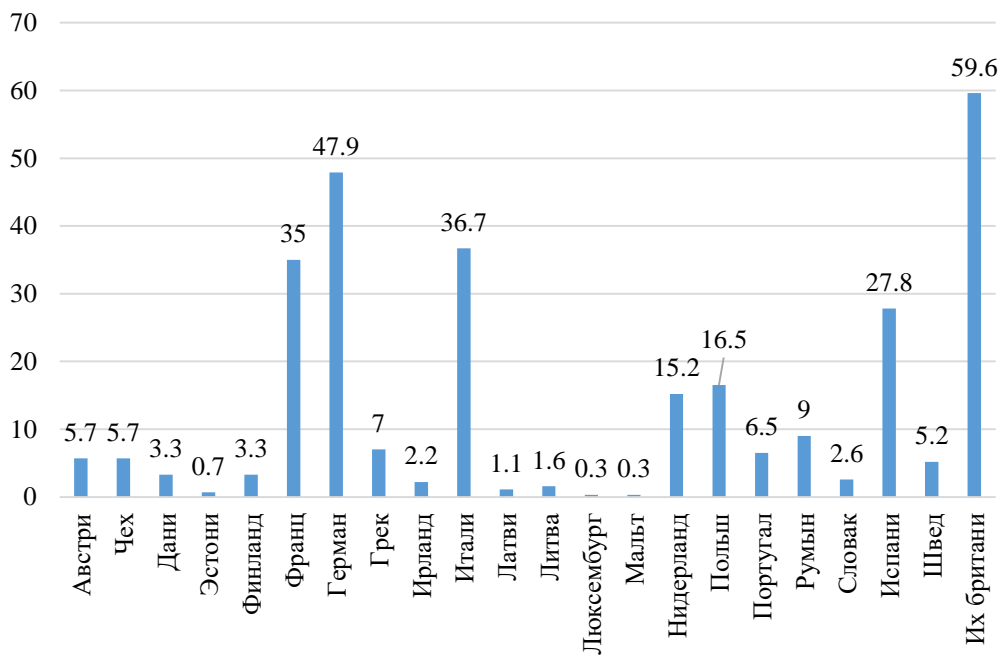
Европын холбооны орнуудад цахилгаан эрчим хүчний ухаалаг тоолуурын системийг хөгжүүлсэн үзүүлэлтүүд

Хүснэгт 2.6

Орон	Хэмжих цэгийн тоо, сая ширхэг	Хэрэгжүүлэх хугацаа	2023 он гэхэд ухаалаг тоолуураар тоноглох түвшин, %	Тоолуурын үйлчилгээ, жил
Австри	5.7	2012-2019	95	15
Чех	5.7	2020-2026	100	12
Дани	3.3	2014-2020	100	10
Эстони	0.7	2013-2017	100	15
Финланд	3.3	2009-2013	97-100	15-25
Франц	35	2014-2020	95	20
Герман	47.9	2012-2032	23% (2020), 31% (2032)	13
Грек	7	2014-2020	80	15
Ирланд	2.2	2014-2019	100	17
Итали	36.7	2001-2011	99	15
Латви	1.1	2015-2024	23	12
Литва	1.6	2014-2020	80	15
Люксембург	0.3	2015-2018	95	20
Мальт	0.3	2009-2014	100	11
Нидерланд	15.2	2012-2020	100	15
Польш	16.5	2012-2020	80	8
Португал	6.5	2014-2022	80	15
Румын	9	2013-2022	80	20
Словак	2.6	2013-2020	23	15

Испани	27.8	2011-2018	100	15
Швед	5.2	2013-2009	100	10
Их британи	59.6	2012-2020	97	15

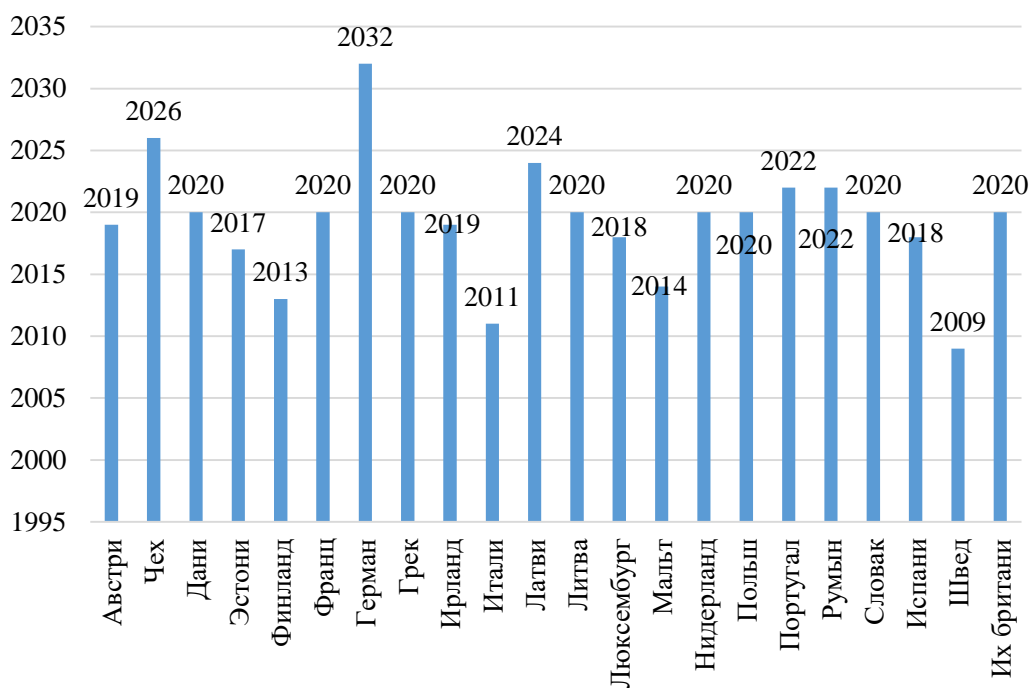
Хэмжих цэгийн тоо, сая ширхэг



Зураг 2.19. Ухаалаг тоолуурын системийн хэмжилтийн цэгийн тоо (улс орон бүрээр)

Судалгаанаас харахад Их британи улс 59,6 сая ухаалаг тоолуурын системийн ашигладаг юм байна. Мөн Герман 47,9 сая тоолуур, Франц 35 сая, Итали 36,7 сая ухаалаг тоолуурын системийн нэвтрүүлсэн байна.

Сүүлийн 5 жилд дэлхийн улс орнууд ухаалаг тоолуурын системийг өргөн нэвтрүүлж байна. Ялангуяа өндөр хөгжилтэй улс орнууд ухаалаг системийг өргөн хөгжүүлэн, өөрийн эрчим хүчний системд нэвтрүүлэх ажлыг хэрэгжүүлж байгаа нь харагдаж байна.



Зураг 2.20. Ухаалаг тоолуурын системийг нэвтрүүлсэн байдал.

Ухаалаг тоолуурын интерфэйс:

Орчин үед FLAG төрлийн протоколыг өргөн ашиглаж байгаа бөгөөд цахилгаан энергийн тоолуурын системд IEC 61107 протокол хамаарч байна

1. Протокол Euidis төрлийн протоколыг ихэвчлэн Франц болон Европын холбооны улсад хэрэглэж байна. Энэ протоколын стандарт нь цахилгаан энергийн тоолуурт зориулагдсан IEC 62056-31:1999 стандарт болно.
2. Протокол MBUS нь дулааны тоолуурт зориулагдсан CEN TC 294 ба EN1434-3:1997 стандарттай;
3. Протокол ANSI C12.18 (optical port), C12.19 (utility tables), C12.21 (communication trough telephone modems) нь Хойд америк болон Канадад өргөн хэрэглэдэг.

БҮЛЭГ 3.

3.1. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ ХӨГЖЛИЙН ИННОВАЦЫН ЗАГВАР БОЛОВСРУУЛАХ ОНОЛЫН ҮНДЭС.

Орчин үед хүн амын өсөлт, техник технологийн үсрэнгүй хөгжил зэргээс хамаарч эрчим хүчний хөгжилд шинээр шаардлагууд гарч ирсэн. Хөгжилтэй орнуудын эрчим хүчний системүүд нь өөрийн системийн ирээдүй, түүний өөрчлөлтөд идэвхтэй нөлөөлөх олон аргуудыг боловсруулж байгаагаар холбоотойгоор ухаалаг сүлжээ (Smart Grid) байгуулах шаардлагууд гарч ирж байна.



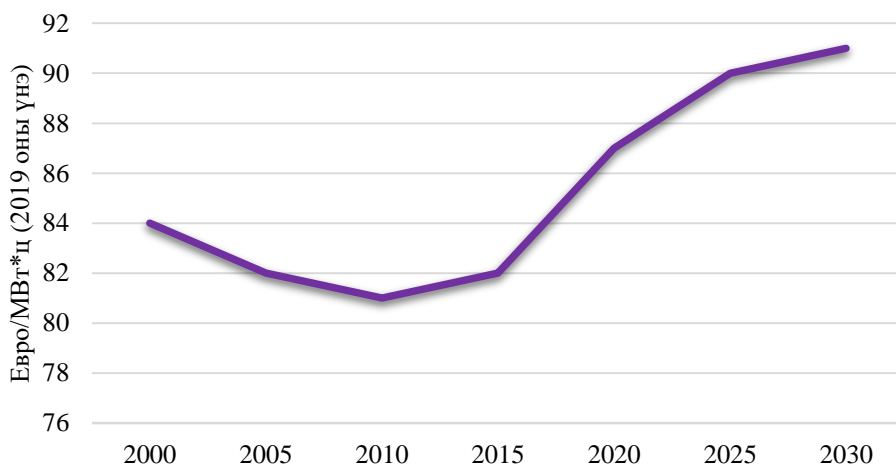
Зураг 3.1. Эрчим хүчний системийн хөгжлийн өөрчлөлтийн шалтгаанууд.

Эрчим хүчний дутагдал. Сүүлийн 10-20 жилд эрчим хүчний системд шинэ технологи, шинэ багаж төхөөрөмж, ялангуяа өргөнөөр хэрэглэсэн тохиолдолд тухайн түгээх сүлжээнд хэт ачаалал огцом үүсгэх нөхцөл үүсгэх индукцийн болон тусгай хийцтэй төхөөрөмж тоноглол өргөн ашиглаж эхэлсэн. Орчин үед хэрэглэж буй ахуйн хэрэглээний тоноглолын 15% нь 2000 онд хэрэглэж байгаагүй тоног төхөөрөмж практикт нэвтэрсэн байна. Сүүлийн үед ихэнх хөгжингүй орнууд улс, хотын тээвэрт цахилгаан машин, цахилгаан галт тэрэг, тээврийн хэрэгслийг ашиглахаар төлөвлөж байгаа нь тухайн хот, суурин газрын агаарын бохирдлыг бууруулах боломжийг олгон гэж үзэж байгаагаар холбоотой. IDTechEx төрлийн судалгаанаас харахад 2025 он гэхэд гибрид тээврийн хэрэгсэл зах зээлийн ихэнх хувийг эзлэх үр дүн гарсан байна.

1. **Хэрэглэгчийн зүгээс ЭХ-ний хангамжид тавигдах шаардлага** байнга өсөн нэмэгдэж байна. Сүүлийн үед эрчим хүчний чанарт тавигдах шаардлага огцом

өссөн. Энэ нь шинэ технологи (индукцийн болон хагас дамжуулагч) дээр хийгдсэн тоног төхөөрөмж ашиглаж эхэлсэнтэй холбоотой. Судлаачдын үзэж байгаагаар ирэх 20 жилд ЭХ-ний чанарт тавигдах шаардлага том асуудал болох нь харагдаж байна. Европ болон АНУ-д зөвхөн найдвартай эрчим хүчийг шаардахаас гадна магистраль шугам дахь алдагдлыг багасгах, сүлжээг тасралтгүй шинэчлэн хэрэглэгчийг илүү боломжтой байдлаар эрчим хүчээр хангах бодлого баримталж байна.

2. Эрчим хүчний байнгын үнийн өсөлтийг улс орон бүр тогтвортой барихыг эрмэлзэж байгаа боловч зураг 3.2-д үзүүлсэн байдлаар өсөх тооцоолол гарсан байна.



Зураг 3.2. Дэлхийн эрчим хүчний үнийн өсөлтийн таамаглал

Эрчим хүчний салбарын боловсон хүчний насжилт, мэргэжилтэй боловсон хүчний дутагдал нь гарч байгаа гол шалтгаан нь нь

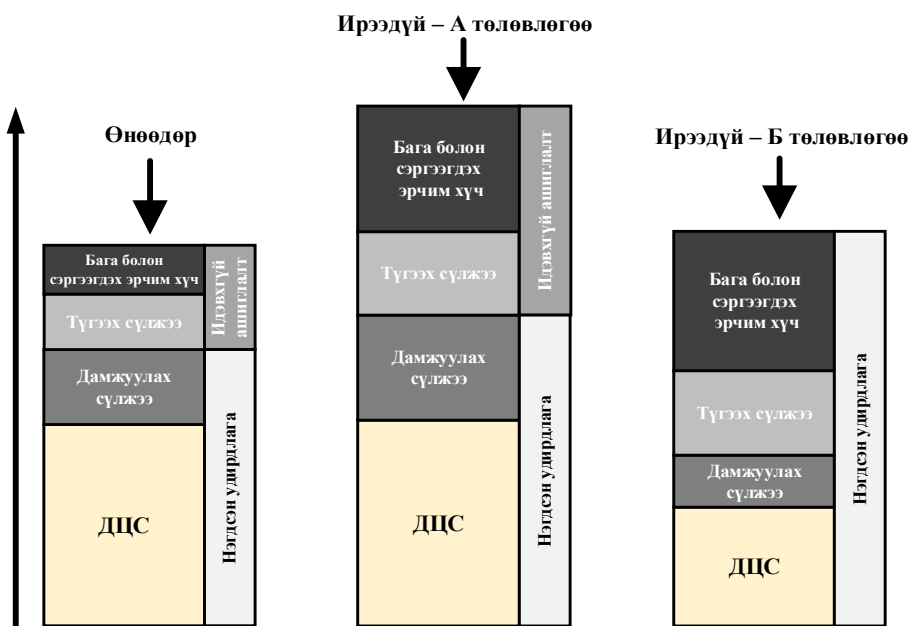
- Тухайн эрчим хүчний салбарт ажиллагсад тэтгэвэрт ихээр гарч байна.
- Эрчим хүчний боловсон хүчин бэлтгэж буй байдал тухайн үеийн хөгжлийн шаардлагыг хангахгүй байгаа байдал.
- Хүний хөдөлмөрийн хөнгөвчилсөн шинэ технологи нэвтэрсэн гарсан (автоматжуулалт, үйлчилгээний зардал багатай тоноглол бий болсон)

3. Эрчим хүчний үйлдвэрлэл, дамжуулалтад оролцогч талын шаардлага нэмэгдсэн. Зах зээлийн нөхцөлд цахилгаан дамжуулах компанид хувьцаа эзэмшигчид, хууль санаачлагч, олон нийтийн болон экологи байгаль хамгаалагчдын зүгээс тавих шаардлага нэмэгдсэн. Энэ нь тухайн цахилгаан системийн найдвартай ажиллагаа, хөрөнгө оруулагчдын ашгийг нэмэгдүүлэх, ашиглалтын зардлыг бууруулах шаардлага гарч байна.

4. Эрчим хүчний объектод тавигдах экологийн болон техникийн шаардлага.

Дээрх өгүүлсэн шаардлага, нөхцөлүүд нь цахилгаан энергийн үйлдвэрлэл, дамжуулах болон түгээх сүлжээний компани үйл ажиллагаанд онцгой нөлөөлж байна. Ийм төрлийн өөрчлөлтийн үр дүнд дэлхийн дулаарал, цаг агаарын өөрчлөлт, байгаль экологид үүсэх хохирол, хөрөнгө оруулалтын зардал нэмэгдэх зэргээр илэрч байна.

5. **Ерөнхий системийн зардлыг бууруулах.** Одоо байгаа эрчим хүчний систем нь олон төрлийн бага чадлын үүсгэгчүүдийг ашигтай ажиллуулах, ачааллыг ашигтай хуваарилах нөхцөл бага байна. Үүсгэгчүүдийг тараан байрлуулах арга хэмжээ авч байгаа боловч тухайн нөхцөлд байгаа эрчим хүчний бүтэц нь ашигтай ажиллах боломж муу байна. Энэ нь тухайн системд хүчдэлийн утгыг тогтвортой барих, давтамжийг тогтворжуулах, чадлын нөөцийг бүрдүүлэхэд найдваржилтыг дээшлүүлэхэд бүрэн утгаараа үйлчилж чадахгүй байна. Сүүлийн үед Европын орнуудад шинээр сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглаж эхэлснээр түгээх болон дамжуулах сүлжээний болон магистралын чадал өсгөх боломжтой гэж үзэж байна (Зураг 3.3).



Зураг 3.3. Системийн ерөнхий зардлыг бууруулах боломж.

Бүрэн интегралчлагдсан тархсан үүсгэгч нь төгсгөлийн хэрэглэгчийг удирдах идэвхтэй удирдлагын (ухаалаг систем) тусламжтайгаар системийн зарим үйлчилгээг өөртөө авах боломжийг олгодог. Энэ байдал нь цахилгаан энергийг оновчтой дамжуулах түгээх боломжийг олгодог (зураг 3.3).

3.2. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭ БАЙГУУЛАХ ҮНДСЭН ЗАРЧИМ.

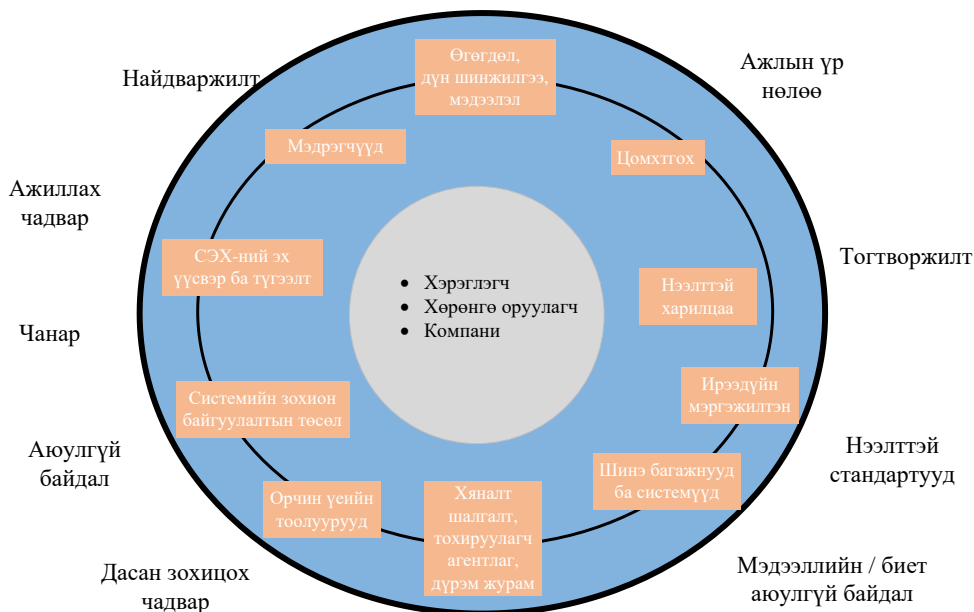
Ухаалаг сүлжээ байгуулах асуудлын хөгжлийн явцад орчин үеийн техник технологийн, бие даан хөгжиж буй аргачлалын, удирдлагын болон технологийн чиглэлийн бүх дэвшлийн ашигласан байдаг.

Дээрх байдлаас харахад ухаалаг сүлжээг (Smart Grid) байгуулах үндсэн бодлогын бичиг баримт нь:

1. Ухаалаг сүлжээг (Smart Grid) нь одоо байгаа бүх үүсгэгч, дамжуулах, түгээх сүлжээний үндсэн бүх элементүүд, борлуулалт болон диспетчерийн удирдлагыг хамардаг.
2. Энэ тохиолдолд Эрчим хүчний системийг яг интернэт шиг дэд бүтэц бүхий эрчим хүчний, мэдээллийн, эдийн засаг, санхүүгийн бүх субъектийг хамарсан сонирхогч талуудын эрчим хүчний зах зээл гэж авч үзэх ёстой.
3. Энэ ухаалаг системийн оршин байх үндэс нь эрчим хүчний бүх сонирхогч талуудын – хамтын ажиллагааны үр дүнд бий болсон хөгжлийн үнэт ҮНЭТ зүйлсэд тусгалаа олсон байх ёстой.
4. Эрчим хүчний системийн урт хугацааны бодлого нь одоо байгаа болон ирээдүйд бий болох систем, түүний элементүүдийн шинэ функцуудыг хамгийн ихээр тусгасан байх ёстой.
5. Шугам сүлжээ (түүний элементүүд) нь ирээдүйд бий болох эрчим хүчний системийн шинэ үүрэг зорилго, түүний элементүүдийн хөгжлийн функцуудыг өөртөө тусгасан байх ёстой.
6. Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) бодлогын бичиг баримт нь бүх үндсэн чиглэл болох судалгаанаас практик хэрэглээ- эрдэм шинжилгээ судалгааны болон техник, технологийн, зохион байгуулалт, мэдээллийн орчин хамарсан байх ёстой.
7. Ийм төрлийн ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) бодлогын бичиг баримт нь инновацын шинж чанартай байх ба ингэснээр эрчим хүчинд шинэ технологийн дэвшил болон эдийн засгийн ололтыг дагуулах ёстой.

3.3. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНД (SMART GRID) СУУРИЛСАН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМ ИЙН ҮНДЭС

Ухаалаг сүлжээнд (Smart Grid) суурилсан эрчим хүчний системд тавигдах суурь шаардлага нь уламжлалт болон шинээр үүсэх функциональ шинж чанарыг хөгжүүлэх замаар гүйцэтгэгддэг (зураг 2.4).



Зураг 3.4. Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) бодлогын бичиг баримтын үндэс

Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) бодлогын бичиг баримтын хүрээнд дараах үндсэн функцуудыг агуулсан байх ёстой.

1. **Аваарын дараа өөрөө сэргэх чадвар.** Эрчим хүчний систем, түүний элемент бүр нь техникийн ямар ч түвшинд шаардлагатай найдваржилтыг хангах ёстой ба энэ нь гэмтлийн таних, түүнд анализ хийхээс тухайн үйл явдлыг удирдах, түүнийг үүсэхээс урьдчилан сэргийлэн арга хэмжээ авах (хиймэл оюун ашиглах) зэргээр илэрнэ.
2. **Төгсгөлийн хэрэглэгчийг урамшуулах чадвар.** Энэ нь хэрэглэгч өөрөө хэрэглэх эрчим хүчээ өөрчлөх, хянах боломжийг (найдвартай ажиллагаа, эрчим хүчний чанар) өөрийн хэрэглээнд үндэслэх болон эрчим хүчний боломжийн үнэ, хангах эрчим хүчээр хангах, чадал зэргийн мэдээллээр зохицуулах боломжийг хэлнэ. Ийм төрлийн функц нь эрчим хүчний оргил ачааллын үед, урьдчилан тооцоолсон байдлаар хэрэглээг бууруулах, хэрэглэгчтэй зөвшилцсөний үндсэн дээр зарим тоноглолыг таслах зэрэг үйлдлүүд багтана. Ийм төрлийн автоматжуулагдсан систем нь том үйлдвэрийн газар, ахуйн хэрэглээ, орон сууц

хамаарах ба ингэснээр хэрэглэгчийг бөөнд нь АЧР-ээр таслах болон ачааллыг хөнгөлөх тусгай автоматын үйл ажиллагаанаас гадна авч үлдэх боломжийг олгоно.



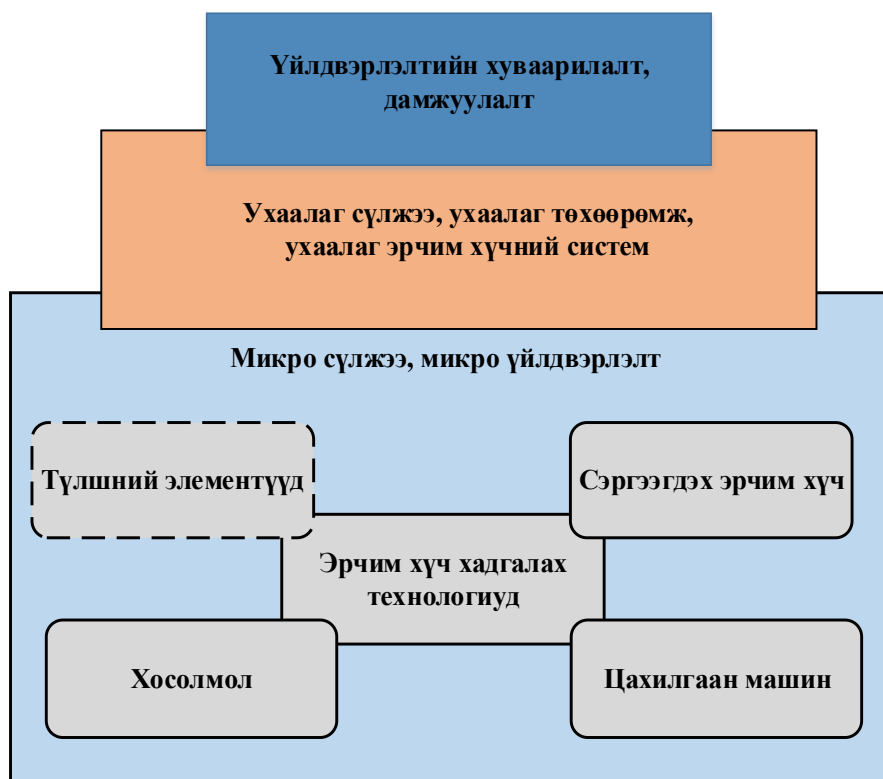
Зураг 3.5. Ухаалаг сүлжээнд (Smart Grid) суурилсан хэрэглэгч

Ухаалаг сүлжээ нь (Smart Grid) хэрэглэгч их ачааллын үед өөрөө цахилгаан энергийг үйлдвэрлэн системд нийлүүлэх боломжийг олгоно. Үүний тулд тэдэнд цахилгаан эрчмийн үнэ тариф, оргил ачааллын үеийн цагууд мэдээлэгдэнэ.

3. **Хэвийн бус ажиллааг эсэргүүцэх чанар.** Тогтворжилтын болон системийн тухайн үеийн мэдээлэл нь цахилгаан системийн аваарын дараа хурдан сэргэх болон эрчим хүчний аюулгүй байдлыг хангахад чухал үүрэгтэй. Ухаалаг сүлжээ нь (Smart Grid) аваарын үед урьдчилан арга хэмжээ авч ажиллах болон шилжилтийн процессыг үргэлжлүүлэн хянах, “ухаалгаар“ хэрэглэгчдийг сэлгэн залгах, бусад нөөц үүсгүүрийг залгах замаар найдваржилтыг дээшлүүлэх боломжийг олгоно. Ийм төрлийн ухаалаг сүлжээ нь тухайн системд гаднаас халдах, аюулгүй байдлыг хангахад болон системийн уян хатан ажиллагааг хангахад онцгой үүрэгтэй.
4. **Найдвартай ажиллагаа болон цахилгаан энергийн чанарыг сайжруулахдаа** системд хандсан аргыг (System-based approach) хэрэглэгч рүү хандсан аргаар (user (custom)) сольсноор системийн найдвартай ажиллагааг хангах болон тарифын олон түвшинд үйлдэл хийх боломжийг олгоно. Ухаалаг сүлжээ нь (Smart Grid) эрчим хүчний сүлжээний компани нь гэмтлийн хурдан илрүүлэх,

тусгаарлах, арилгахдаа шуурхай албаны ажилтнуудыг ашиглахгүй гүйцэтгэх боломжийг олгодог. Энэ тохиолдолд Ухаалаг сүлжээг (Smart Grid) ашиглах нь шуурхай дуудлагыг 50 хүртэл хувиар бууруулах боломжтой байдаг.

5. **Олон төрлийн цахилгаан станц ашиглах ба энергийг нөөцлөх боломж:** Олон төрлийн цахилгаан станцыг хослуулан ашиглах ба энергийг нөөцлөх төхөөрөмж ашиглах нь эцсийн хэрэглэгчдэд “микро сүлжээ” ашиглах боломж олгоно (зураг 3.6).



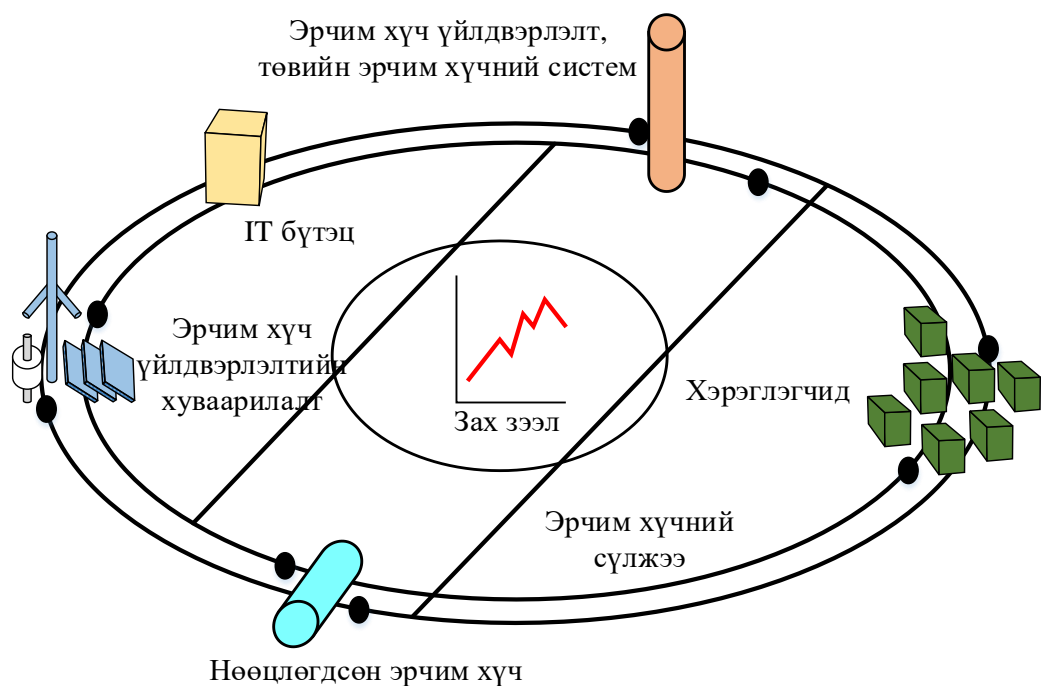
Зураг 3.6. Үүсгүүрийн хуваарилалтын бүтэц

Боловсронгүй болсон техникийн стандартууд нь хүчдэлийн аль ч түвшинд төрөл бүрийн үүсгэгчийг холбон хэрэглэх боломжийг олгодог ба энэ нь цахилгаан энергийн олон төрөлт үүсгүүрүүдийг ашиглалтад оруулах түлхэц болох боломжтой.

Ялангуяа ухаалаг сүлжээг (Smart Grid) ашигласнаар олон үүсгүүрүүд болон энергийг нөөцлөх төхөөрөмжүүдийн ажиллагааг, зохицуулах харилцан ажиллагааг хялбаршуулах ёстой.

6. **Цахилгаан энергийн зах зээлийг төгсгөлийн хэрэглэгч хүртэл тэлэх боломжтой.** Цахилгаан эрчим хүчний зах зээлд, үйлдвэрлэлд хэрэглэгчийг чөлөөтэй нэвтрүүлснээр цахилгаан эрчим хүчний худалдаа, ашигтай ажиллагаанд сайнаар нөлөөлдөг (зураг 3.7). Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) үндсэн дээр хэрэглэгч болон үйлдвэрлэгчийг зах зээлд идэвхтэй оролцуулснаар

магистраль сүлжээний дамжуулах чадварыг нэмэгдүүлэх, хэрэглэгчийн ачааллыг эергээр удирдах буюу хэрэглэгчид ойрхон үүсгэгчдийг өргөн ашиглах боломж бүрдэнэ.



Зураг 3.7. Ухаалаг сүлжээнд (Smart Grid) суурилсан цахилгаан эрчим хүчний зах зээлийн дэд бүтэц

- 7. Тоноглолыг удирдах боломж.** Ингэснээр цаг хугацааны хувьд үйлдвэрлэлийн процессыг хянах боломж олгох бөгөөд тоноглолын ажлын ашигтай горимыг сонгох, ашиглалтыг сайжруулах, засвар үйлчилгээг хийх, тоноглолыг түүний төлөвөөс хамааруулан солих ингэснээр системийн зардлыг бууруулах боломжийг олгодог. Ухаалаг сүлжээнд (Smart Grid) цахилгаан системийн динамик өгөгдлийг үндсэн тоноглол, төрөл бүрийн мэдрэгчүүд (датчик)-ээс цуглуулснаар цахилгаан сүлжээний нэвтрүүлэх чадвар, гэмтэл гарах магадлалыг бууруулдаг. Мөн ийм төрлийн мэдээллийг авснаар инженер техникийн ажилтнууд үндсэн тоноглолын ашиглалтын хугацааг тооцоолох, сунгах, гэнэт ажлаас гарах боломжийг багасгах давуу талтай.

3.4. FACTS-Д СУУРИЛСАН ДАМЖУУЛАХ СҮЛЖЭЭНИЙ ГОРИМ ТОХИРУУЛАХ УЯН ХАТАН СИСТЕМ

FACTS-д суурилсан дамжуулах сүлжээний горим тохируулах уян хатан систем нь цахилгаан системийн удирдлага, түүний ажиллагааны найдвартай байдлыг 0,9990-0,9997 хүртэл дээшлүүлэх боломжийг олгодог.

Цахилгаан энергийн урсгалыг зохицуулах уян хатан систем (*Flexible Alternative Current Transmission System* - FACTS) нь аваарын үеийн хамгаалалт ба диспетчерийн удирдлагыг боловсронгуй болгоход чиглэсэн байдаг. FACTS технологи нь орчин үеийн хүчний электроник дээр суурилсан төхөөрөмжийн тусламжтайгаар цахилгаан энергийг дамжуулахад тулгуурласан байдаг.

FACTS технологи нь одоо байгаа цахилгаан сүлжээний “актив” ба “пассив” функцээс бүрддэг. Ийм төрлийн технологийн үндэс нь:

- Уламжлалт конденсаторын компенсатор төрөл бүхий дагуу компенсацийн төхөөрөмж дээр суурилсан удирдлага бүхий тиристорын реакторын группээс бүрддэг.
- Статик тристорын реакторын групп
- Тусдаа синхрон бус ажиллаж буй системийг тогтмол гүйдлээр холбох
- Асинхрон горимд ажиллаж буй синхрон машинаар давтамжийг цахилгаан механикаар хувиргах
- Удирдлагатай шунтлэгч реактор (УШР)
- Синхрон компенсатор (СК)
- Цахилгаан энергийн хуримтлуур багтана.

Эдгээрийн зарим функцийг хүснэгт 3.1-д үзүүлэв.

Орчин үед FACTS-ийн төхөөрөмж гэдэг ойлголтод цахилгаан сүлжээнд суурилагдсан хүчдэл тогтворжуулах зориулалт бүхий, удирдлагын чадвар сайжирсан, гүйдлийн хуваарилалтыг зохицуулах чадвартай, нам давтамжийг хэлбэлзлийг дардаг (устгадаг), статик ба динамик тогтворжилтыг дээшлүүлдэг болон шугамын дамжуулах чадварыг дээшлүүлдэг, алдагдлыг багасгах зориулалт бүхий төхөөрөмжүүдийн нэгдлийг авч үздэг. Олон төрлийн FACTS төрлийн төхөөрөмжид янз бүрийн хүчдэл хувиргагч дээр суурилагдсан удирдлага бүхий тиристор ашигласан төрөл бүрийн төрлийн хүчний электроник чухал үүрэг гүйцэтгэдэг.

Орчин үед шинэ үеийн өөрөө тохиргоо хийх боломж бүхий хүчний электроникийн төхөөрөмж шинээр нэвтэрч байна. Ялангуяа өндөр температурын хэт дамжуулагч (кабель, цэнэг хуримтлуурт), микропроцессорын автомат

удирдлагын болон тохируулгын систем нь одоо байгаа шугам сүлжээг шинэ түвшинд гаргах боломж олгож байна.

**Төрөл бүрийн FACTS төхөөрөмжийн хянадаг
сүлжээний параметр**

Хүснэг 3.1

FACTS төхөөрөмж	Хянах параметр
Статик синхрон компенсатор (СТАТКОМ энергийн хуримтлуургүй)	Хүчдэлийн хяналт, реактив чадлын компенсацлагч, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, хүчдэлийг тогтмол барих
Статик синхрон компенсатор (СТАТКОМ цахилгаан энергийн хуримтлууртай, BESS, SMES, их багтаамжтай тогтмол гүйдлийн конденсатор)	Хүчдэлийн хяналт, реактив чадлын компенсацлагч, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, хүчдэлийг тогтмол барих, AGC
Реактив чадлын статик компенсатор (SVC, TCR, TCS, TRS)	Хүчдэлийн хяналт, реактив чадлын компенсацлагч, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, хүчдэлийг тогтмол барих
Тиристорны удирдлагатай тормозын эсэргүүцэл	Хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх
Статик синхрон компенсатор (СТАТКОМ цахилгаан энергийн хуримтлууртай)	Гүйдлийн хяналттай, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, БЗ-ны гүйдлийг хязгаарладаг.
Хөндлөн компенсатор бүхий статик синхрон компенсатор (батареи бүхий)	Гүйдлийн хяналттай, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх
Тиристорын удирдлага бүхий цуваа конденсатор	Гүйдлийн хяналттай, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, БЗ-ны гүйдлийг хязгаарладаг.
Тиристорын удирдлага бүхий цуваа реактор	Гүйдлийн хяналт, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, хүчдэлийг тогтворжуулдаг, БЗ-ны гүйдлийг хязгаарладаг.
Тиристорын удирдлага бүхий фаз удирдлагатай трансформатор (фаз хувиргагч реактор)	Чадлын урсгалын хяналт, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, хүчдэлийг тогтворжуулдаг
Чадлын урсгалын нэгдсэн хяналт	Актив ба реактив чадлын урсгалыг хянадаг, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, хүчдэлийг тогтворжуулдаг, БЗ-ны гүйдлийг хязгаарладаг.
Тиристорын удирдлага бүхий хүчдэл хязгаарлагч	Шилжилтийн процессын үеийн хүчдэлийн хязгаарлагч
Тиристорын удирдлага бүхий хүчдэл тохируулагч	Актив ба реактив чадлын урсгалыг хянадаг, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, хүчдэлийг хянагчтай
Шугам хоорондын чадлын урсгалыг хянагч	Реактив чадлын урсгал хянагчтай, хүчдэлийн хяналттай, хэлбэлзлийг тогтворжуулагч, статик ба динамик тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх

Одоогийн байгаа эрчим хүчний сүлжээнд механик хамаарамжтай удирдлагын систем голлож байна. Сүүлийн үед цахилгаан системийн хамгаалалт удирдлагад микроэлектроник, компьютер ба өндөр хурдны теле удирдлагын систем ашиглан удирдлагын сигналыг өндөр хүчдэлийн шугамаар дамжуулах болсон (ялангуяа удирдах сигналыг). Тухайн удирдагдаж буй тоноглол нь механик үйлдэлтэй учраас түүнийг түргэн таслахад түвэгтэй байдаг. Мөн механик төхөөрөмжид удирдах сигналыг олон давталттай явуулах боломж бага байдаг ба тэр нь уг төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацаа болон гэмтэх нь их болдог. Динамик горим болон тогтмол горимд удирдахад бэрхшээлтэй байдаг.

FACTS төхөөрөмж сүлжээнд байгаа тохиолдолд түүний ачаалал дамжуулах чадвар өсдөг ба ачааллыг удирдсанаар сүлжээний бүтцийг шуурхай өөрчлөх, цахилгаан хангамжийн найдваржилтыг дээшлүүлэхээс гадна эдийн засгийн үр ашигтай байдаг. Оператор нь байгаа параметрт тулгуурлан өөрөө яг шаардлагатай цахилгаан энергийг дамжуулах, ингэснээр цахилгаан энергийн дутагдлыг нөхөх боломжийг олгодог. Ингэснээр аваарын нөхцөлийг урьдчилан сэргийлэх боломжийг олгодог.

Ийм төрлийн төхөөрөмж ашиглах нь цахилгаан системийн удирдлагыг шуурхай болгох, систем холбогч болон систем үүсгэгч шугамын ачааллыг нэмэгдүүлэх, хүчдэлийн тохируулга хийх, хүчдэлийн өөр өөр ангилалтай зэрэгцээ шугамаар дамжуулах ачааллыг реактив чадлын урсгалыг тохируулах боломжийг олгоно.

FACTS төхөөрөмж дээр суурилсан “хүчтэй шугам сүлжээ”-ний давуу тал нь:

- a) Одоо байгаа дамжуулах сүлжээ дээр тулгуурлан тухайн төхөөрөмжийг нэвтрүүлэх нь их ачаалал дамжуулах боломжтой шугам шинээр барих зардал гаргахгүй
- b) Ийм технологи нь хөрөнгө оруулалт нэмэгдэхийн хирээр шаардлагатай газар нь аажмаар (алхам алхмаар) шугамаар дамжуулж буй ачааллыг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүртэл нэмэгдүүлэх боломжийг олгодог. Ингэснээр урьдчилсан байдлаар механик тоноглолыг FACTS төхөөрөмжийн контроллеруудыг цуг ашиглах нөхцөлийг тооцоолох боломжтой болдог. Ингэснээр шат шатаар хөрөнгө оруулалтыг хийж зорьсон үр дүндээ хүрэх боломжийг олгодог. Санхүүжилтийг алхам алхмаар хийснээр ЭХС дэх техник технологийн боловсронгуй болгох, хүрэх үр дүн зорилгодоо тааруулан суурь зарчмыг өөрчлөх өөрчлөн “хүчтэй сүлжээ”, “ухаалаг сүлжээ” бий болгоход тус нэмэртэй байдаг.

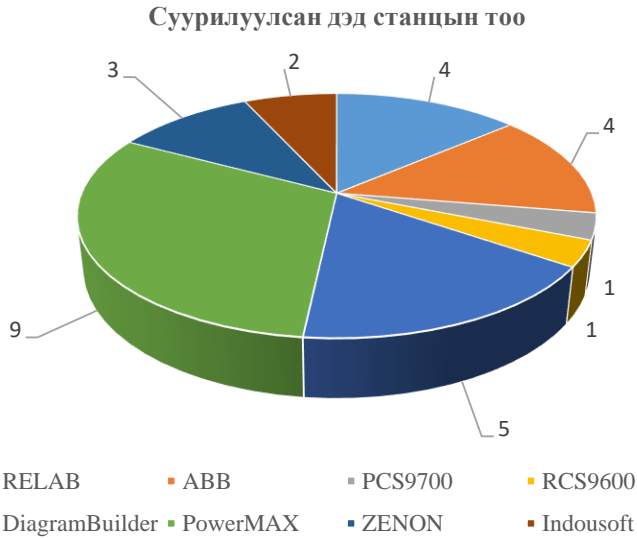
Ашиглалтад нэвтрүүлэхээр санал болгож буй тоноглолууд

Хүснэгт 3.2

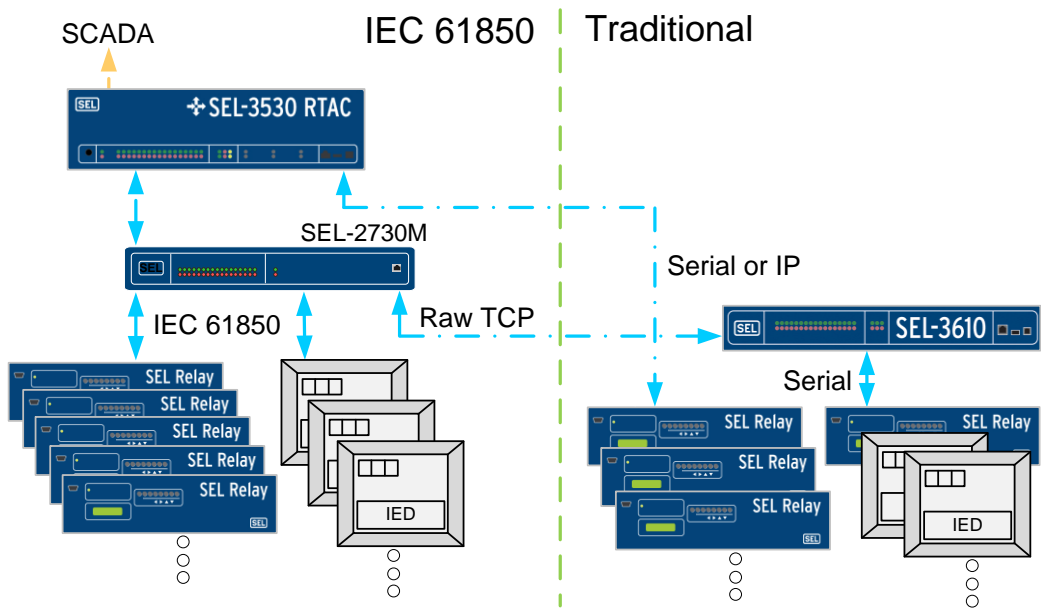
Бүрдэл хэсэг	Үйлдвэрлэгчийн загварын дугаар	Хэмжих нэгж	Тэмдэглэл
Фазын Удирдлагатай Реактор	ВКСКХ-35-76.19А-2*349.75тН	нэгж	
Тиристорын хаалт	КР8 400-65	багц	
Бүрэн тоон Удирдлагын Систем	Удирдлагын самбар, хамгаалалтын дэлгэцтэй	багц	
Гурван туйлт тусгаарлах салгуур	6\Л/4-40.50\Л//630-3	нэгж	
Шугаман гүйдлийн трансформатор	1_С\ЛЮ-35	нэгж	200/5
Фаз гүйдлийн трансформатор	К\Л/0-35	нэгж	125/5
Хэт хүчдэлийн тусгаарлагч	НУ5\Л/Р-51/134-600А	нэгж	
Гуравдугаар гармоник конденсаторын шүүлтүүр	ААМг13/ 2-500-1\А/	нэгж	
Тавдугаар гармоник конденсаторын шүүлтүүр	ААМг12/2-500-Ш	нэгж	
Гуравдугаар гармоник реакторон шүүлтүүр	1_КСК1_-222/35-11.1%	нэгж	
Тавдугаар гармоник реакторон шүүлтүүр	1_КСК1_-80/35-4%	нэгж	
Хэт хүчдэлийн тусгаарлагч	НУ5\Л/К-51/134-600А	нэгж	
Гуравдугаар гармоник шүүлтүүрт цэнэг шавхах ороомог	РРКЗС-(13 +13)-10-Ш	нэгж	
Тавдугаар гармоник шүүлтүүрт цэнэг шавхах ороомог	РРКЗС-(12 +12)-10-Ш	нэгж	

3.5. НМІ (ХҮН-МАШИН-ИНТЕРФЕЙС) НЭВТРҮҮЛСЭН БАЙДАЛ, ТҮҮНИЙ ХӨГЖҮҮЛЭЛТ

НМІ суурилуулсан дэд станцуудын одоо байгаа программ хангамжийг оновчтой сонгох, ашиглалтыг сайжруулах арга хэмжээ авах шаардлагатай. Судалгаанаас харахад одоо ашиглаж байгаа 8 төрлийн программ хангамжаас PowerMAX төрлийн программ хангамж (9 дэд станц дээр) нь 60 гаруй хувь нь бүрэн ажиллагаатай, зарим хэсэгт алсын удирдлага байхгүй хяналтын горимд ашиглаж байгаа нь харагдаж байна. Эдийн засгийн үр ашгаа бодох юм бол одоо ашиглаж байгаа SEL-3530 сервер, протоколоо ашиглан өргөжүүлэх нь давуу талтай байх нөхцөл харагдаж байна (зураг 3.7).



Зураг 3.7. 2022 оны байдлаар “ЦДҮС” ТӨХК-д НМИ (хүн-машин-интерфейс) нэвтрүүлсэн байдал, программ хангамжийн төрлүүд



Зураг 3.8. SEL-3530 сервер протокол ашиглан НМИ (хүн-машин-интерфейс) нэвтрүүлэх боломж

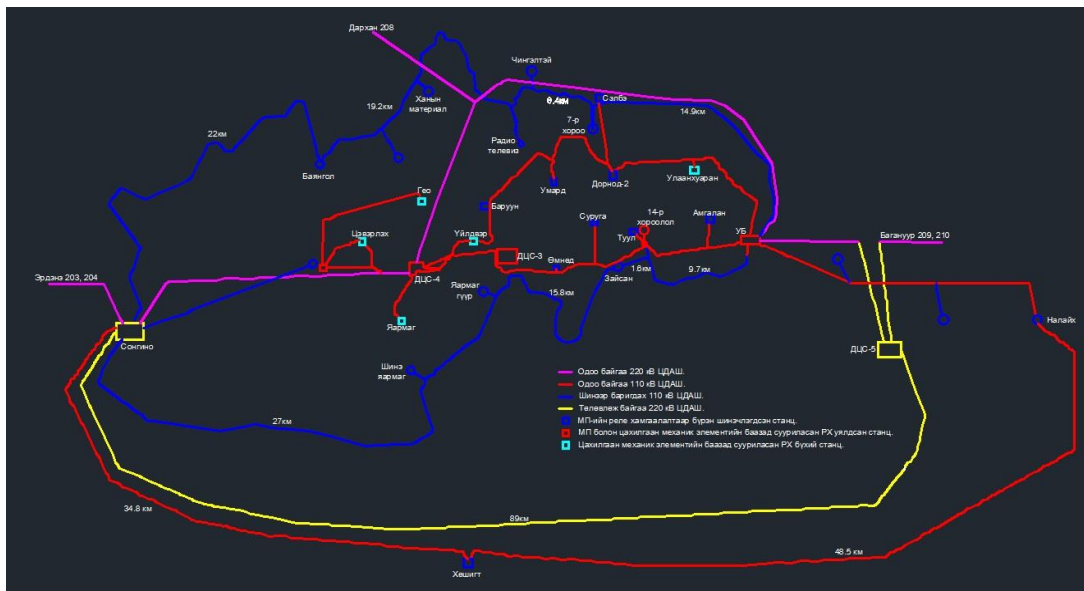
3.6. “ЦДҮС” ТӨХК–ИЙН ХАРЬЯА ДЭД СТАНЦ, ЦДАШ-УУДАД УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ SONET ХЭРХЭН ҮҮСГЭХ ТАЛААР

Синхрон оптик сүлжээ (SONET) нь мэдээллийн синхрон хэлбэрээр хэд хэдэн төрлийн тоон мэдээллийг лазер, шилэн кабель (оптик волокон шугамаар) болон гэрлийн диод ашиглан дамжуулах стандарт протокол юм.

Мэдээллийг бага хурдаар дамжуулах үед цахилгаан интерфэйсийг ашиглаж болдог. Ийм төрлийн арга нь их хэмжээний тоон мэдээлэл түүний дотор телефон утасны дуудлагад ашиглах зориулалттайгаар анх боловсруулагдсан. Орчин үед эрчим хүчний системд тоон тоноглол, ДУАС, SCADA системд мэдээллийг алс зайд синхрон хэлбэрээр өндөр хурдтайгаар дамжуулахад өргөн ашиглах болсон. Ялангуяа дэд станцуудын хооронд болон ДУАС-ын хооронд мэдээлэл солилцоход өргөн хэрэглэж байна. ЭХС-ийн нэг онцлог болох схемд тулгуурласан бүтэц бүхий бүтэцтэй цахилгаан сүлжээнд орчин үед энэ системийг өргөн хэрэглэж байна. “ЦДҮС” ТӨХК хувьд одоо байгаа шилэн кабелийн сүлжээг ашиглах, түүний тодорхой үе шаттайгаар өргөтгөх байдлаар хөгжүүлэх нь давуу талтай гэж үзэв.

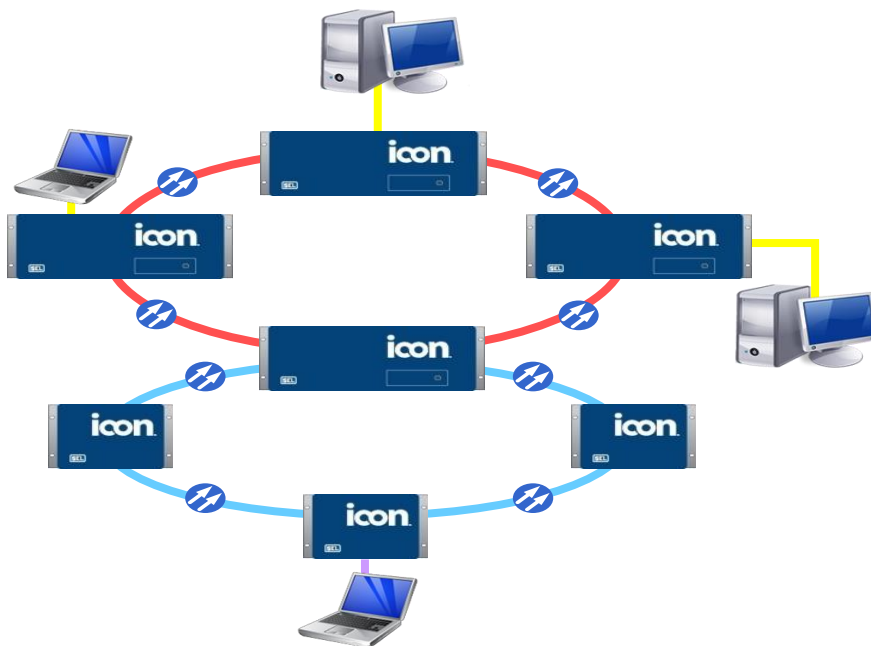
“ЦДҮС” ТӨХК–ийн харьяа дэд станц, ЦДАШ-уудад ухаалаг сүлжээний SONET хэрхэн үүсгэхдээ дараах хэлбэрээр хөгжүүлэх санал дэвшүүлж байна. Үүнд:

1. Улаанбаатар хот дотор буй 220/110 кВ-ын дэд станцуудыг хамарсан эхний тойрог (2022-2025 оны хооронд хийхээр төлөвлөх, улаан өнгөөр зурагдсан)
2. Улаанбаатар хот орчимд буй 220/110 кВ-ын дэд станцуудыг хамарсан эхний тойрог (2025-2030 оны хооронд хийхээр төлөвлөх, хөх өнгөөр зурагдсан)
3. Улаанбаатар хот орчимд шинээр баригдах ДЦС, том чадлын дэд станцуудыг хамарсан эхний тойрог (2030-2040 оны хооронд хийхээр төлөвлөх, ягаан, улаан өнгөөр зурагдсан)



Зураг 3.9. “ЦДУС” ТӨХК-ийн харьяа дэд станц, ЦДАШ-уудад ухаалаг сүлжээний SONET үүсгэх байдал

Дээрх хэлбэрээр гүйцэтгэх тохиолдолд УБ хотод байгаа ДЦС-ийн хуваарилах байгууламж, 220/110 кВ-ын дэд станцыг үндсэн 3-н бүс болгоно ангилаад үе шаттайгаар дээрх аргыг нэвтрүүлэх боломжтой нь харагдаж байна Зураг 3.10.

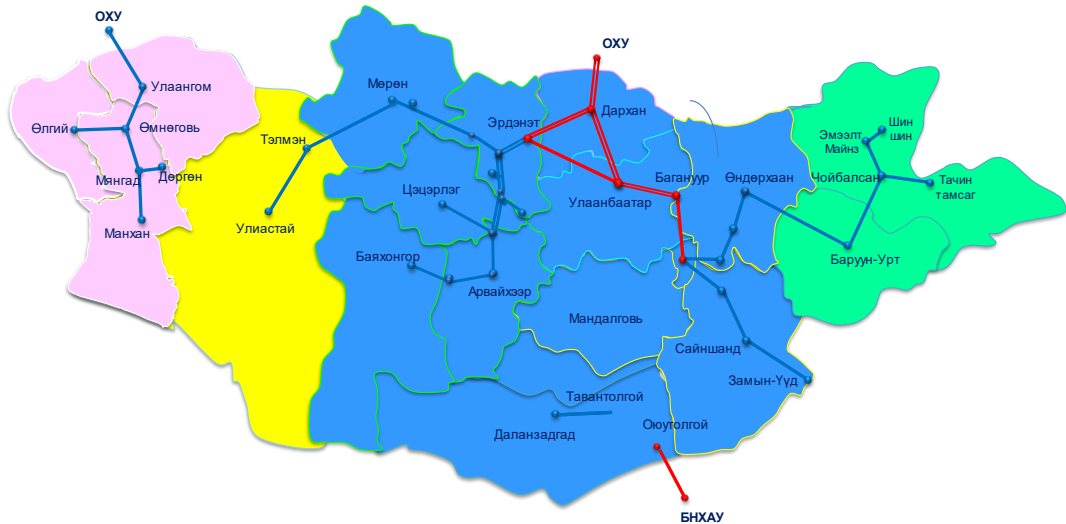


Зураг 3.10. SONET үүсгэх бүсчлэлийн загвар

БҮЛЭГ 4.

4.1. “ЦДҮС” ТӨХК ДЭЭР БАЙГУУЛАХ УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ (SMART GRID) ТЕХНОЛОГИЙН ҮНДЭС

Ухаалаг сүлжээний үзэл баримтлалын хүрээнд дэвшүүлсэн гол шаардлага ба функциональ шинж чанаруудын хэрэгжилт (үндсэн шинж чанар) нь тэдгээрийг хангах суурь технологи (технологийн суурь ойлголт) -ийг тодорхойлох үүднээс авч үзэж, зохих шинэлэг зүйлийн хөгжлийг шаарддаг.



Зураг 4.1. “ЦДҮС” ТӨХК-ийн дамжуулах сүлжээний хамрах хүрээ.

Технологийн суурь ойлголтод үйлдвэрлэлийн хөгжлийн тодорхой үе шатанд завсрын болон эцсийн бүтээгдэхүүн (цахилгаан энергийг хэрэглэгчид хүргэх), цахилгаан энергийг хэрэглэгчид түгээх үйлчилгээний тогтвортой бүтцийг хадгалах боломжийг олгодог технологийн багцыг ойлгоно.

Технологийн суурь ойлголтыг үндсэн хоёр хэлбэрт хуваадаг.

- **хувьслын** – ЭХС-ийн ерөнхий бүтцийг өөрчлөхгүйгээр бие даасан технологийг шинэчлэх (сайжруулах).
- **нээлт** - нийгмийн хөгжлийн тэргүүлэх чиглэл болон хэрэглэгчийн шаардлагад нийцүүлэн өөрчлөх ба ЭХ-ний суурь судалгаа, хөгжлийн үр дүнд шинэ техник технологийн чадавхыг бий болгож, шинэ технологийн суурь руу шилжихэд хүргэнэ.

Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) үзэл баримтлал нь бие даасан технологи, тоног төхөөрөмжийг шинэчлэхэд бус, харин хөгжлийн зарчмуудыг шинэчилж, цахилгаан эрчим хүчний салбарын шинэ, шинэлэг технологийн үндсийг бий болгоход

чиглэгдэж байгааг онцлон тэмдэглэх нь зүйтэй. Энэ нь эрчим хүчний системийн бүх бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн физик, технологийн шинж чанар, функциональ шинж чанарыг эрс өөрчлөх замаар хэрэглэгчид болон бусад сонирхогч талуудын шаардлагыг илүү бүрэн хангах, тэдгээрийн саналын илүү тусгасан байх ёстой.

Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) үзэл баримтлалын технологийн үндсийг бүрдүүлэхдээ дараах үндсэн зарчмыг баримталдаг.

- ЭХ системийн хэрэглэгчдийн түвшинг тодорхойлох, бүтцийг бий болгож буй бүрэлдэхүүн хэсэг, бүтэц, үндсэн төхөөрөмжүүдийг тодорхой шаардлагатай функциональ шинж чанарыг агуулсан элементүүдийн цогц (систем) гэж үздэг.
- Санал болгож буй заалт, хүчин зүйл, нөхцөлийн шинэлэг байдал, үр дүнгийн тодорхой бус байдлыг харгалзан үзээд ухаалаг сүлжээний (Smart grid) үзэл баримтлалын хүрээнд цахилгаан эрчим хүчний салбарын одоо байгаа технологийн баазаас өөр шинэ баазад шилжих явцад технологийн тасралтгүй байдлыг хангах асуудал гарч ирнэ. Үүний тулд хамгийн бага зардалтай шинэ хувилбарыг бий болгох нь чухал болж байна. (Ялангуяа хөгжингүй улсуудад хэрэгжсэн технологийн зөрүүг арилгах нэн чухал болохыг анхаарах ёстой).

АНУ, Европын Холбооны улсуудад эдгээр асуудлыг тодорхой зохицуулалтын тусламжтайгаар (дүрэм журам) тухайн тухайн тоног төхөөрөмжийн функцэд, цахилгаан тоноглолын харилцан үйлчлэлийн системд тавигдах шаардлагуудын хүрээнд шийдвэрлэж байна. Жишээлбэл АНУ-д 100 гаруй төрлийн стандарт боловсруулахаар төлөвлөж байна. Үүний хүрээнд стандарт боловсруулагчид болон үйлдвэрлэгдэгчийн (эрчим хүчний компаниуд болон хэрэглэгчид) саналыг өргөн тусгах, илүү давуу байдалтайгаар оролцох боломжийг олгож байна.

Хөгжилтэй орнуудад боловсруулсан концепцид цахилгаан эрчим хүчний салбарын шинэ технологийн үндсийг бий болгохын тулд инновацын хөгжлийг шаарддаг үндсэн технологийн таван бүлгийг бий болгосон.

- **Хэмжүүрийн багаж, төхөөрөмж**, юуны түрүүнд ухаалаг-тоолуур, ухаалаг-мэдрэгч;
- **Удирдлагын дэвшилтэд технологи**: эрчим хүчний системийн өөр, өөр түвшингийн тоноглол хоорондын харилцан уялдааг хангах зориулалт бүхий ухаалаг удирдлагын систем, анализ хийх аргачлал, хэрэгсэл нь бодит цагийн горимд ажиллаж, эрчим хүчний системийг удирдах шинэ алгоритм, аргуудыг хэрэгжүүлэх, түүний дотор түүний идэвхтэй элементүүдийг хянах боломжийг олгодог;
- **Цахилгаан сүлжээний дэвшилтэт технологи, сайжруулагдсан үндсэн тоноглол**: хувьсах гүйдэл дээр хийгдсэн уян хатан дамжуулалтын системүүд FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems, English), Тогтмол

гүйдлээр (DC) дамжуулалт хийх хэт дамжуулагч кабель, микро-сүлжээ (microgrid), хагас дамжуулагч хүчний төхөөрөмж, цахилгаан эрчим хүч хуримтлуулагч төхөөрөмж гэх мэт;

- **Сайжруулсан интерфейс болон шийдвэр гаргах аргууд:** эрчим хүчний системийн янз бүрийн объектуудаас хүлээн авсан мэдээлэл дээр үндэслэн шийдвэр гаргах мэдээлэл болгон хувиргах технологи, хэрэгсэл¹;
- **Нэгдсэн харилцаа холбоо:** Эдгээр нь эхний дөрвөн бүлгийн элементүүд хоорондоо харилцан уялдаа холбоо, харилцан үйлчлэлийг хангах боломжийг олгодог бөгөөд энэ нь Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) технологийн систем үндэс болдог.

АНУ, Европын Холбооны орнуудад эдгээр асуудлыг тодорхой дүрэм журмын зохицуулалтын тусламжтайгаар шийдвэрлэж байгаа бөгөөд ялангуяа тухайн цахилгаан системийн онцлогт таарсан сертификат олгох тэр нь Smart Grid технологи дээр суурилсан байх шаардлагатай бөгөөд тэр загвар нь шинэ техник технологийг өөртөө нэгтгэсэн үйлдвэрлэгч болон хэрэглэгчийн эрэлт хэрэгцээг нэгтгэсэн цогц технологийн систем (Common Infrastructure) байхаар төлөвлөж байна.

Хөгжингүй орнууд нь өөрийн шинжлэх ухаан технологийн бааз суурь дээр үндэслэн дээр асуудлыг шийдэхийг эрмэлзэж байна. Ялангуяа тухайн ЦХ-ний системийн ихэнх хэсгийг хамарсан үйлдвэрлэл-дамжуулалт-хуваарилалтыг хамарсан байдлаар цогц хэлбэрээр шийдвэрлэхийг эрмэлзэх болжээ.

4.2. ХЭМЖҮҮРИЙН БАГАЖ, ТӨХӨӨРӨМЖ

Хэмжүүрийн багаж, төхөөрөмж, мэдээллийн унших, хэмжих технологи нь ухаалаг сүлжээний (Smart Grid)-ний технологийн гол чиглэлүүдийн чухал бүрэлдэхүүн хэсэг юм. Эдгээр технологиуд нь дараах үүргийг гүйцэтгэнэ. Үүнд:

- Мэдээллийн төвлөрлийн түвшинг тусгасан сүлжээний түвшинг үнэлэх;
- Өгөгдөлд тасралтгүй хяналт тавих, тооцооны алдааг багасгах;
- Хэрэглэгчдэд эрэлт хэрэгцээг зохицуулах замаар сүлжээний горимыг оновчтой болгох, байгаль орчин нөлөөлөх нөлөөллийг бууруулахад хувь нэмэр оруулах;
- Хэмжилтийн цогц хэлбэрийг сонгох замаар өгөгдлийг тасралтгүй хянах боломжийг хангах;
- Үйлдвэрлэгч ба хэрэглэгчийн хоорондын шууд харилцааг дэмжих.

Эдгээр элементүүд нь дараах ажлуудын шийдэх боломжийг олгоно.

Үүнд:

1. Хэрэглэгчийн түвшинд орчин үеийн сүлжээнд хэрэглэгч цахилгаан механик тоолуур ашиглахгүй боломжгүй болно. Түүний оронд хэрэглэгч болон түгээгч сүлжээтэй холбогдсон орчин үеийн тоон хэмжүүрийн, төхөөрөмжүүдийг суурилуулна. Орчин үеийн микропроцессор дээр хийгдсэн тоолуур нь цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх, дамжуулах, түгээх олон үйлдлийг хянах хэмжих боломж бүхий өргөн хүрээний функцийг өөртөө агуулсан байдаг. Ихэнх үйлчлүүлэгчид үнийн өөрчлөлт болон бусад үйлдлийг бүртгэх боломжтой болно. Мөн хэмжүүрийн хэрэгсэл нь сүлжээний ачааллын оргил үеийн параметруудийг үйлчлэгчид дамжуулах, дохиолох боломжийг олгоно.

Боловсронгүй болсон хэмжүүрийн хэрэгсэл нь цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг хянах бөгөөд түүний ачааллыг хуваарилан хэрэглэгч өөрөө программчлах боломжийг олгоно. Цахилгааны үнийн өөрчлөлтөөс хамааран төхөөрөмжүүд тодорхой графикайн дагуу хэрэглэгч өөрөө ачааллыг автоматаар хянах боломжийг олгон.

Түүнчлэн, хэмжих хэрэгсэл нь галын болон хулгайн дохиолол гэх мэт үүргийг давхар гүйцэтгэх боломжийг олгоно. Интернэт тоон системийг ашигласнаар тоон стандарт интернэт протокол, түүнчлэн нийтлэг олон төрлийн холболтын аргуудыг (утасгүй, BPL, шилэн кабелийн сүлжээ) ашиглах боломжтой. Тэдгээр хамгаалалтын системтэй нэгдсэнээр эвдрэл, зөрчил, гэмт хэргээс урьдчилан сэргийлэх болно.

2. Хэрэглэгчийн түвшинд: хэмжүүрийн сайжруулсан технологи нь цахилгаан сүлжээний операторууд болон диспетчерүүдэд хүргэх мэдээллийн хүрээг өргөтгөх болно. Тухайлбал:

- Цахилгаан эрчим хүчний чадлын коэффициентын утгууд;
- Эрчим хүчний системийн чанарын үзүүлэлтүүд;
- WAMS (Wide Area Measurement System, англи хэл) –хэмжилтийн тархсан систем;
- Тоног төхөөрөмжийн төлөв байдал
- Хэмжилт, мэдрэгчийн өгөгдөлтэй ажиллах;
- Байгалийн гамшгийн талаарх мэдээлэл;
- Гэмтлийн байрлал тодорхойлох;
- Трансформатор ба шугамын ачаалал;
- Сүлжээний хүчдэлийн утга;
- Цахилгаан тоноглол болон төхөөрөмжүүдийн элементүүдийн температур;
- Тоноглолын татгалзсан байдал
- Цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний таамаглал,

Шинэ программ хангамжийн системүүд нь их хэмжээний мэдээллийг цуглуулах, хадгалах, анализ хийх, боловсруулах боломжтой болно. Боловсруулсан

өгөгдлийг дараа нь одоо байгаа болон шинээр мэдээллийн системийг ашиглах компанид (төлбөр тооцоо, төлөвлөлт, үйл ажиллагаа, харилцагчийн үйлчилгээ, таамаглал, статистик судалгаа гэх мэт) дамжуулагддаг. Орчин үеийн тоон РХА нь нь ЦС-ийн найдвартай ажиллагааг өндөр түвшин хүргэх боломжтой. Өргөн хүрээний хяналт, хамгаалалтын схемүүд нь тоон реле, "дэвшилтэт" холболт зэрэг нэгдсэн байдлаар төвлөрөх боломжийг олгоно.

Ийм нэгдмэл түгээх сүлжээний хамгаалалтын системд реле хамгаалалт нь бие даасан байдлаар бие биетэйгээ харилцах боломжтой болно. Энэхүү уян хатан байдал, бие даасан байдал нь найдвартай байдлыг нэмэгдүүлдэг ба учир нь сүлжээний нэг хэсэгт гэмтэл гарсан үед тухайн хэсэгт суурилсан реле нь эрчим хүчний системийн гэмтлийг найдвартай мэдрэн хамгаалах боломжтой.

Урьдчилан таамагласнаар хэрэгжүүлэх технологиудын цар хүрээ нэлээд том байна. Хэмжүүр, мэдээллийг унших технологийн өөрчлөлт нь олон төрлийн ухаалаг төхөөрөмжийн харилцан ажиллагаа дээр суурилсан байх болно.

Хэмжүүрийн төхөөрөмжийн хөгжлийн хирээр хэмжилт мэдээллийн технологид их хэмжээний өөрчлөлт гарсан.

Эрчим хүчний хангамжийн компаниудын үр ашиг:

- Ачааллын хэлбэлзлийг хянах;
- Үйл ажиллагааны зардлыг бууруулах;
- Хэт ачааллын үед шуурхай арга хэмжээ авах;
- Цахилгаан эрчим хүчний хулгайг бууруулах

4.3. ӨГӨГДӨЛ ЦУГЛУУЛАХ

Сайжруулсан мэдрэгч, хэмжүүрийн шинэ арга, хэрэгсэл нь эрчим хүчний системийн төлөв байдлын тухай шуурхай мэдээллийг түүний бүх үндсэн элементүүд, тоноглолоос шаардлагатай мэдээллийг цуглуулах боломж бүрдэнэ. Ухаалаг сүлжээ нь мэдээлэх үйл ажиллагааны нөхцөл байдалд тохируулан бодит цаг хугацаанд дүн шинжилгээ хийж, шаардлагатай арга хэмжээг авах болно.

Мэдээлэл цуглуулах үйл явцын давуу талууд:

- Эд хөрөнгийг илүү үр ашигтай зарцуулах, засвар үйлчилгээ хийх;
- Ажиллагаанд байгаа тоног төхөөрөмжийн төлөв байдал, түүний ашиглалтын хугацааг тогтмол хянах, үнэлэх;
- Болзошгүй гэмтлийг илрүүлэх, урьдчилан сэргийлэх, гарсан гэмтлийг цаг алдалгүй үнэлж, арилгах;
- Диспетчерүүдэд аваарын өмнөх байдлын талаарх мэдээллийг цаг тухайд нь дамжуулах.

4.4. ХЯНАЛТ-ХЭМЖҮҮРИЙН ХЭРЭГСЭЛ

Хяналт, хамгаалалтын өргөжүүлсэн систем түүнчлэн DR төрлийн хэрэгслүүд (demand response) нь найдвартай ажиллагаатай болон өөрийгөө оношлох цахилгаан сүлжээний салшгүй нэг хэсэг юм. Ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) үзэл баримтлалд тулгуурласан эрчим хүчний системийн давуу талыг дурдвал:

- Цуварсан (каскад) тасралтыг багасгах;
- Аюултай гэмтлийн үед тоног төхөөрөмжийг ажлаас гарахаас сэргийлэх;
- Удаан үргэлжлэх гэмтлийг хянах;
- Одоо байгаа хөрөнгийг оновчтой ашиглах;
- Хэт ачааллыг бууруулах;
- Илүү үр дүнтэй засвар үйлчилгээний ашигтай арыг сонгох
- Тоног төхөөрөмжийн эвдрэлийн тоог бууруулж, ослыг арилгах зардлыг бууруулах;
- Байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг багасгах;
- Хамгийн үр ашигтай байдлаар эх үүсгүүрүүдийг ашиглах;
- Цахилгаан эрчим хүчийг дамжуулах үеийн алдагдлыг бууруулах.

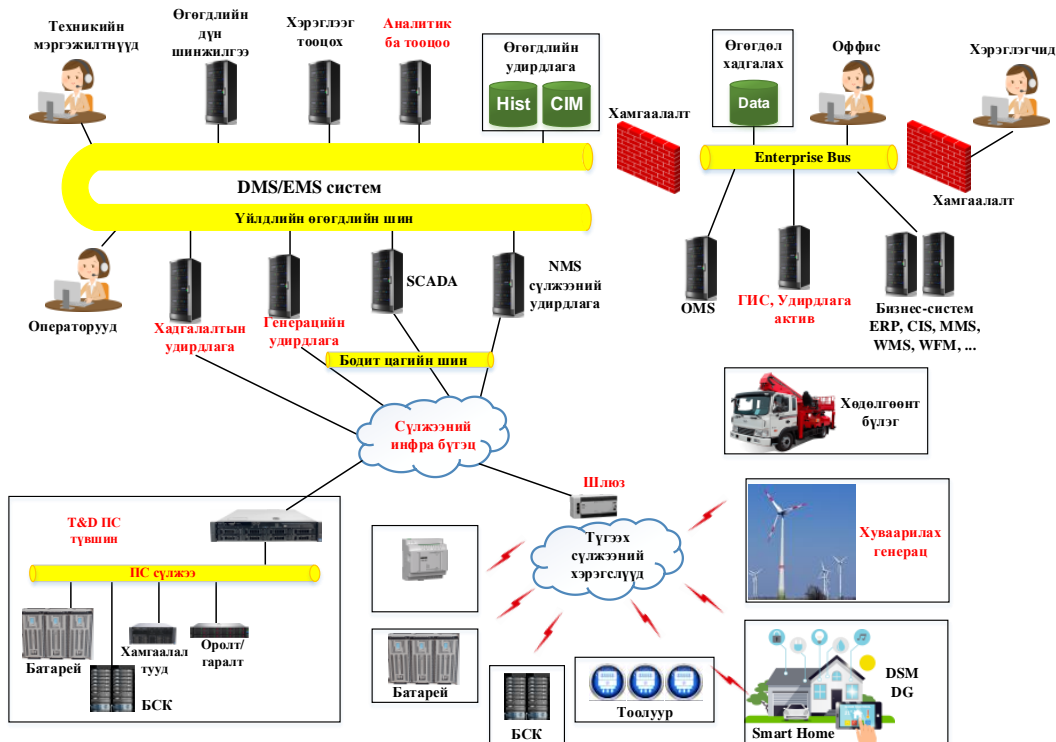
Ухаалаг хэмжүүрийн хэрэгслийн мэдээлэл дараах байдлаар дамжиж болно. Үүнд:

- Утасгүй интернэттэй төстэй байдлаар ажилладаг утасгүй холбоогоор;
- Нийтийн утасгүй холбооноос илүү найдвартай ажиллагаа бүхий тусгай давтамжийн радио холбоогоор;
- Өргөн зурвасын цахилгаан шугамаар;
- Шугамын төгсгөлд суурилуулсан модем цахилгаан шугам сүлжээнүүд нь хэрэглэгч болон дамжуулагч компаниудын хооронд мэдээлэл солилцох боломжийг олгоно.

Хөгжилтэй орнуудын эрчим хүчний сүлжээний компаниудын үйл ажиллагаанд хийсэн дүн шинжилгээ нь Smart Grid үзэл баримтлалд суурилсан эрчим хүчний системд дараах мэдээллийн технологийн системүүдийг олноор ашигладаг болохыг харуулж байна [2, 5]. Үүнд:

- Гэнэтийн менежментийн шийдэл (Outage Management Solutions - OMS);
- Газарзүйн мэдээллийн систем (Geographic Information System - GIS);
- Нарийвчилсан тоолуурын систем (Advanced Metering System - AMS);
- Ажлын удирдлагын систем (Work Management System – WMS);
- Хөдөлгөөнт ажлын систем (Mobile Work System - MWS);
- Хэрэглэгчдэд зориулсан мэдээллийн систем (Customer Information Systems - CIS).

Үүнээс “ЦДҮС” ТӨХК-ийн хувьд бизнес, санхүүгийн систем (санхүү, хүний нөөц, цахилгаан эрчим хүчний худалдаа гэх мэт) болон SCADA-ийн мэдээллийн сангийн удирдлагыг хангасан байх хувилбарыг сонгох шаардлагатай нь харагдаж байна.



Зураг 4.2. “ЦДҮС” ТӨХК-д санал болгож буй Ухаалаг сүлжээний бүтэц.

Санал болгосон ухаалаг сүлжээний бүтцийг зураг 3.2-д үзүүлэв. Ухаалаг сүлжээний гол асуудал бол мэдээллийн аюулгүй байдлын түвшин юм. Сүлжээний үйлчилгээний бүсээс үл хамааран дамжуулах сүлжээний компани үйл ажиллагаандаа хурдан үйлчлэх, компани техник төлөв байдлыг тухайн цаг хугацааны агшинд мэдээлэл дамжуулах, хүлээн авах боломжтой байх ёстой. Энэ бүхэн нь мэдээллийн сүлжээний талаарх ойлголтыг сайжруулах, зөв сонгох, ялангуяа цахилгаан эрчим хүчний найдвартай байдал, чанарын хувьд хэрэглэгчдийн хэрэглээний нөхцөлийг хангаж байх ёстой.

4.5. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭНИЙ ТОНОГЛОЛД ТАВИГДАХ ШААРДЛАГУУД.

Ухаалаг сүлжээний бодлогын бичиг баримтад дараах үндсэн шаардлагууд заавал тусгагдсан байх ёстой байдаг. Үүнд:

- Ухаалаг тоолууруудад тавигдах шаардлага
- Мэдээлэл дамжуулах интерфейст тавигдах шаардлага
- Хүний нөөц, инженер техникийн ажилтанд тавигдах шаардлага

4.5.1 УХААЛАГ ТООЛУУРТ ТАВИГДАХ ҮНДСЭН ШААРДЛАГА.

- 4.5.1. Ухаалаг тоолуурын төрөл, ангиллаас хамаарч мэдээллийг хадгалах багтаамж хангалттай байх
- 4.5.2. Ухаалаг тоолуур нь өөрийгөө оношлох, хянах боломжтой байх (алдааны код, гэмтлийн төрлийг илэрхийлсэн код мэдээлдэг байх)
- 4.5.3. Ухаалаг тоолуур нь диспетчерийн удирдлагын автомат системтэй нэгдэн ажиллах боломжтой байх
- 4.5.4. Тухайн тоолуурыг программчлах (олон тарифын системд ажиллах) боломжтой байх нь алдагдлыг багасгах, аваарын нөхцөлийг үүсгэхгүй байх боломжийг олгодог байх
- 4.5.5. Тухайн тоолууртай цуг ашиглах боломж бүхий мэдрэгчтэй байх нь гаднын нөлөөлөл (эвдэх, халдлагын), бусад халдлагын үед (цахилгаан соронзон үйлчлэл, их биеийг гэмтээх) хэрэглэх боломжтой.
- 4.5.6. Алдааны кодыг санаж үлдэх, тэдгээрийн архивлан хадгалах
- 4.5.7. Тухайн тоолуур нь мэдээллийг дамжуулах тодорхой стандарт интерфейстэй байх ёстой. Орчин үед M-Bus буюу RS 485 протоколуудыг өргөн ашиглаж байна.
- 4.5.8. Ухаалаг тоолуур нь зайнаас мэдээллийг дамжуулах боломжтой байх ёстой. Wifi болон утасгүй холбооны сувагтай байх (радио холбоо (протокол Lora Wan), утасны сүлжээ (протокол NBIoT))
- 4.5.9. Ямар ч төрлийн ухаалаг тоолуур ашиглаж байгаагаас үл хамаарч тэдгээр нь хоорондоо мэдээлэл солилцох стандарт протоколтой байхаас гадна DLMS/COSEM (IEC62056-21, IEC62056-42, IEC62056-46, IEC62056-47, IEC62056-53, IEC62056-61, IEC62056-62) протоколыг дэмждэг байна.
- 4.5.10. Гэмтэл гарсан үед автоматаар цахилгаанчин, техникчийг дуудах, дохиолол өгөх боломжтой байх
- 4.5.11. Тухайн хэрэглэгчийн сарын хэрэглээний дундаж болон их тоон үзүүлэлтийг гаргадаг байх.

- 4.5.12. Тухайн сүлжээний хамаарамжийг мэдээлдэг байх (хүчдэлийн өөрчлөл, давтамжийн хазайлт, тасралтын мэдээлэл)
- 4.5.13. Тоолуурын санах ой нь фаз тус бүрийн гүйдэл, хүчдэл, чадал, актив нийт импорт заалт, актив нийт экспорт заалт, реактив нийт импорт, экспортын заалт, системийн чадлын коэффициент тус бүрийг 15 минутын интервалаар 3 сараас доошгүй хугацаанд хадгалдаг байх.

Ухаалаг тоолуурын системийн **Тоолуурын Нэгдсэн Системийн (ТНС)** үндсэн үүрэг функцийг гүйцэтгэх, Олон улсын нийтлэг стандартыг хангасан DLMS, COSEM, DLT645, IEC62056, IEC61968 протоколуудыг дэмждэг, цаашид өргөтгөх, хөгжүүлэх боломж бүхий программ хангамжийг сонгох шаардлагатай.

ESB систем

ESB нь Диспетчерийн автомат удирдлагын төв, дамжуулах сүлжээ компанийн Дамжуулах Сүлжээний Удирдлага Мэдээллийн Систем (ДСУМС), Түгээх сүлжээний компанийн хэрэглэгчтэй харилцах харилцааны менежментийн систем (XXXМС), Дотоод мэдээлэл солилцооны систем (ДМСС), СКАДА, Титэм гэх мэт эрчим хүчний салбарт ашиглагдаж байгаа системүүд хооронд гол холбоос, гүүр болж өгөгдөл, мэдээллүүдийн оролт, гаралтуудыг нэгдсэн стандартад оруулан удирдаж ажиллах боломжтой байх ёстой.

4.6. ХҮНИЙ НӨӨЦ, СУРГАЛТ, СУДАЛГААНЫ ЧИГЛЭЛЭЭР ТАВИГДАХ ҮНДСЭН ШААРДЛАГА:

- 4.6.1. РХА-ийн мэргэжлийн инженерүүдийг бэлтгэж дадлагажуулах, үйлдвэрлэлийг түшиглэсэн мэргэжлийн сургалтыг нэмэгдүүлж чанаржуулах, мэргэжилтэй боловсон хүчнийг бэлтгэх, боловсон хүчний тогтвор суурьшилтай ажиллуулах нэгдсэн ажлыг зохион байгуулах. Үүнд:
- 4.6.1.1. РХА-ийн нэгжүүдэд боловсон хүчин бэлтгэх, тэдгээрийн мэдлэг, чадварыг дээшлүүлэх сургалтыг гадаад, дотоодын их, дээд сургууль, үйлдвэр компани, судалгааны байгууллагууд, мэргэшсэн инженерүүдтэй хамтран тогтмол зохион байгуулах
- 4.6.1.2. РХА-ийн инженер техникийн ажилтныг тогтвортой үр бүтээлтэй ажиллуулах үүднээс тэдний гаргасан техник эдийн засгийн үндэслэлтэй шинэ санаа шийдэл, хийж гүйцэтгэсэн ажил түүний үр өгөөжийг харгалзан урамшуулал олгох;
- 4.6.1.3. Бэлтгэгдсэн ИТА-ийг ажлын байраар хангаж тогтвор суурьшилтай ажиллах нөхцөл боломжийг бүрдүүлэх;

Ухаалаг сүлжээний хэрэглээний инженер. (Smart Grid Applications Engineer)

Мэргэшсэн байдал

- 3.3.2.1. Мэдээллийн технологийн өндөр мэдлэгтэй байх
- 3.3.2.2. Их хэмжээний өгөгдөл (big data) дүн шинжилгээ хийх чадвартай байх
- 3.3.2.3. Орчин үеийн хайлтын алгоритмуудыг эзэмшсэн байх
- 3.3.2.4. Харилцагчийн үйлчилгээний өндөртэй соёл байх
- 3.3.2.5. Программ хангамжийн алдааг олж засварлах, тэдгээрийг программчлах чадварыг эзэмшсэн байх

Мэргэжил

- Компьютерын шинжлэх ухаан, инженерчлэл,
- Удирдлагын мэдээллийн систем эсвэл бизнесийн чиглэлээр

4.7. МЭДЭЭЛЛИЙН АЮУЛГҮЙ БАЙДЛЫГ ХАНГАХАД ТАВИГДАХ ҮНДСЭН ШААРДЛАГА.

- 4.7.1. Ухаалаг тоолуурын систем, тоот реле хамгаалалт, автоматикийн байгууламжийн мэдээллийн аюулгүй байдлыг хангах арга хэмжээнүүдийг учирч болох аюул бүрээр нь бүлэглэн ангилж, төхөөрөмжүүдийн үйл ажиллагааны найдвартай байдалд сөргөөр нөлөөлөхгүй байх урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээнүүдийг авах.
- 4.7.2. Ухаалаг төхөөрөмжүүдэд гаднын халдлага, алсаас хандалт хийх, төхөөрөмжийн тохиргоонд хууль бусаар өөрчлөлт хийхээс хамгаалсан хамгаалалтын төхөөрөмж болон программ ашиглах.
- 4.7.3. Мэдээллийн аюулгүй байдлын арга хэмжээ тасралтгүй үргэлжлэх бөгөөд ухаалаг тоолуур, реле хамгаалалт, автоматикийн байгууламжийг ашиглалтаас гаргах хүртэлх хугацаанд хэрэгжинэ.
- 4.7.4. Ухаалаг тоолуур, реле хамгаалалт, автоматикийн байгууламж болон түүний мэдээллийн сүлжээний аюулгүй байдлыг хангах арга хэмжээний талаар харилцаа холбооны сүлжээний бодлогын баримт бичигт тусгайлан бэлтгэх

4.8. МЭДЭЭЛЭЛ ДАМЖУУЛАХ ИНТЕРФЕЙСТ ТАВИГДАХ ШААРДЛАГА

Процессын өгөгдлийн шугамын дотоод сүлжээний топологийн сонголтууд:

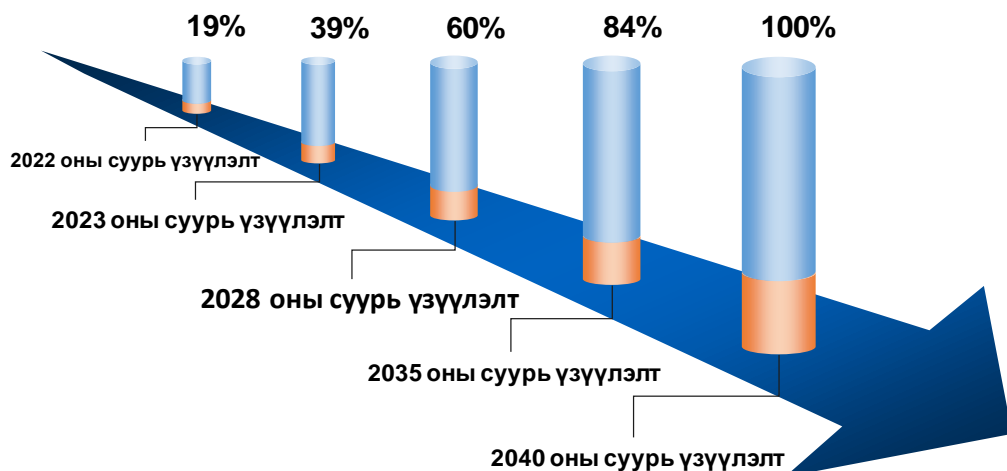
- 4.8.1. МЭК 62439-3 PRP протоколыг ашиглах;
- 4.8.2. МЭК 62439-3 PRP / HSR протоколыг ашиглах
- 4.8.3. Процессын өгөгдлийг дамжуулах LAN сегментүүд нь бусад дэд станцын LAN сегментүүдээс физик эсвэл логикийн хувьд тусгаарлагдсан байх ёстой;

- 4.8.4. Технологийн өгөгдлийг дамжуулах LAN кабелийн сүлжээг шилэн кабелийн холбооны шугам дээр үндэслэн байгуулах;
- 4.8.5. Бүх төрлийн холболтын холболтын төрлийг ашиглах - LC;
- 4.8.6. Шилжүүлэгч болон диспетчерийн удирдлагын бүсэд олон судалтай оптик кабелиар холбогдсон идэвхгүй оптик хавтангуудаар (концентратори) тоноглогдсон портуудаар дамжуулан дохиог түгээх боломжийг олгодог. Тухайн дэд станцын идэвхтэй сүлжээний төхөөрөмж Ethernet порт руу дохио дамжуулдаг холбогддог байх;
- 4.8.7. Илүүдэл байдлыг хангахын тулд процессын өгөгдлийн шугамын LAN кабелийн сүлжээг бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн бүрэн давхардлын зарчмаар барих ёстой;
- 4.8.8. LAN процессын нэмэлт оптик кабелийн шугамыг өөр өөр маршрутын дагуу тавих ёстой

4.9. ҮНДСЭН ЗОРИЛГОД ХҮРЭХ ЗАМЫН ЗУРАГЛАЛ- КРІ

Хүснэгт 4.1

№	Хэмжих үзүүлэлт	Стратегийн тэргүүлэх чиглэл	Суурь түвшин 2022	Хүрэх түвшин			
				2023	2028	2035	2040
1	Үндсэн тоноглолыг шинэчлэл	1	15%	35%	55%	75%	100%
2	Тоон реле хамгаалалт, автоматикийн төхөөрөмжийн шинэчлэл	1,2	20%	40%	60%	85%	100%
3	Ухаалаг тоолуурын нэвтрүүлэлт	2,3	24%	50%	75%	100%	100%
4	Мэдээлэл дамжуулах дэд бүтэц, тоноглолын шинэчлэл	1,2,3	15%	30%	50%	75%	100%
	Дундаж үзүүлэлт		19%	39%	60%	84%	100%



Зураг 4.3. Ухаалаг сүлжээ үүсгэх KPI-ийн явцын зураглал

Ухаалаг сүлжээ байгуулахдаа үндсэн зорилгод хүрэх замын зураглалыг гаргахдаа суурь үзүүлэлт дээр үндэслэн хүснэгт 4.1-д үзүүлсэн байдлаар хэрэгжүүлнэ.

Одоо “ЦДҮС” ТӨХК-ийн **Стратеги тэргүүлэх чиглэлийн** дундаж үзүүлэлтийг 2022 оны байдлаар суурь үзүүлэлт болгон авснаар 2023-2040 онуудад үндсэн 5-н чиглэлд хүрэх тоон үзүүлэлтийг зураг 4.3- д үзүүлэв.

БҮЛЭГ 5.

5.1. УХААЛАГ СҮЛЖЭЭ (SMART GRID) ТЕХНОЛОГИЙГ НЭВТРҮҮЛСЭН ОЛОН УЛСЫН ЖИШЭЭ

АНУ болон Европын холбооны улсууд ухаалаг сүлжээг хөгжүүлэхдээ өөр өөрийн онцлогтой хөгжүүлж байна.

Жишээ нь Европын холбооны улсууд нь ухаалаг сүлжээг хөгжүүлэхдээ одоо байгаа цахилгаан системийг боловсронгуй болгох замаар шийдэж байгаа бол АНУ нь тухайн цахилгаан системийн тодорхой чиглэлийг шат дараалалтайгаар ухаалаг системд шилжүүлэх ажлыг хийж байна.

Европын холбооны улсуудын ухаалаг сүлжээний (Smart Grid) хөгжлийн онцлог нь ЕТР-ийн хүрээнд мөрддөг бодлогын бичиг баримтад суурилдаг ба түүний үндэс нь дараах хэсгүүдээс бүрдэнэ. Энэ комплекс аргын үндэс нь :

- Судалгааны ажил нь цахилгаан сүлжээний бүх хэсэг болох цахилгаан энергийн үйлдвэрлэл, дамжуулалт, түгээх, хэрэглээ болон мэдээллийн ба диспетчерийн удирдлагуудыг хамарна.
- Судалгаа, боловсруулалт нь хэд хэдэн түвшинд хийгддэг. Үүнд: хууль эрх зүйн хүрээнд (технологийн суурь шаардлага, стандартууд хамаарна), технологийн хүрээнд (шинэ тоног төхөөрөмжийг боловсруулах), мэдээлэл зүйн хүрээнд (мэдээллийн технологийн бодлогын бичиг баримт боловсруулах), удирдлагын хүрээнд (“ухаалаг” технологийг загварчлах, удирдах шинэ зарчим, арга боловсруулах). 2020 оноос Европын холбооны улсуудад ухаалаг сүлжээний платформын хүрээнд шинээр стратегийн хөгжлийн бичиг баримтыг (Strategy Deploybent Document -SDD) боловсруулсан. Энэ нь шинэ арга технологийг нэвтрүүлэх үндсэн гарын авлага болсон .

SDD баримт бичиг нь ухаалаг сүлжээ концепц дээр цахилгаан систем, дамжуулах сүлжээг байгуулахад оролцох талуудын сонирхлыг татах, шинэ систем нэвтрүүлэхийн гол зорилго, даалгаврыг тодорхойлсон, тэдгээрийн давуу талыг мэдрүүлэх үндсэн зорилготой бичиг баримт болно.

Ухаалаг сүлжээ концепц шийдлийг гаргах, түүнийг загварчлах, нэвтрүүлэхэд үндсэн нэн тэргүүний зургаан чиглэлийг тодорхойлсон байдаг. Тэдгээрийг дараах байдлаар тодорхойлсон. Үүнд:

- Цахилгаан сүлжээний ашиглалт, үйлчилгээг нягтруулах
- Сүлжээний дэд бүтцийг оптимизаци
- Сэргээгдэх эрчим хүчний томоохон үүсгэгчүүдийг нэгтгэх
- Мэдээллийн болон холбооны технологи
- Идэвхтэй түгээх сүлжээ
- Эрчим хүчний хэмнэлттэй зах зээл, хэрэглэгч



Зураг 5.1. Европын холбооны улсуудад Ухаалаг сүлжээний хөгжил

Харин АНУ-д Европын холбооны улсаас ялгагдах нь цахилгаан системийн үндсэн секторуудад (үйлдвэрлэл, дамжуулалт, хуваарилалт) шинэ үүсгэгчүүд системийг үүсгэх гол даалгавар тавьсан байдаг. АНУ-д хэрэгжиж буй Grid-2030 концепц нь босоо удирдлагатай, дамжуулах компани боломжийг өргөн хүрээнд өргөтгөсөн, нэг зарчмаар удирдах, зохицуулах зорилготой. Энэ зорилгын хүрээнд үндсэн дөрвөн зорилго тавьсан байдаг. Үүнд:

- Сайжруулагдсан дэд бүтэц дээрх хэрэглэгчийг урамшуулах (AMI- advanced metering infrastructure)
- Боловсронгуй болгосон эрчим хүч түгээх процесс (ADO- advanced distribution operations)
- Боловсронгуй болгосон эрчим хүч дамжуулах процесс (ADO- advanced transmission operations)
- Боловсронгуй болгосон удирдлага активыг удирдлага (AAM- advanced asset management)

Үе шат бүрд өөр технологиудыг нэгтгэх боловсронгуй болгох шаардлага гардаг. Тэдгээрийг нэвтрүүлэх дарааллыг зураг 5.2.-д үзүүлэв.



Зураг 5.2. АНУ-д Ухаалаг сүлжээг (Smart Grid) нэвтрүүлж буй үндсэн үе шатууд.

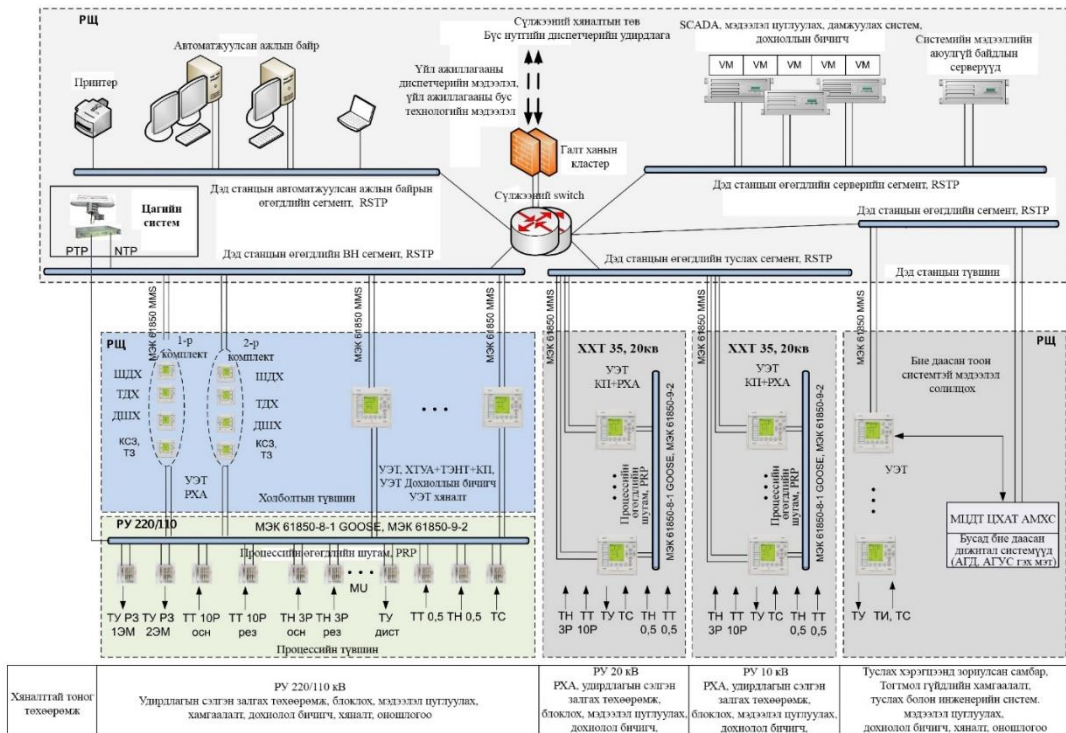
АНУ-д Ухаалаг сүлжээг (Smart Grid) нэвтрүүлж буй үндсэн чиглэлүүд

	Технологи ба шийдэл	Гарах үр дүр, давуу тал
AMI	<ul style="list-style-type: none"> Ухаалаг тоолуур суурилуулах, хоёр талын холбоог хангах Хэрэглэгчийн портал Тоолуурын өгөгдлийг удирдах Хэрэглэгчид мэдээлэх систем Хэрэглэгчийг сургах, дадлагажуулах 	Хэрэглэгчдийг урамшуулах замаар тэдгээрийн боломжийг нэмэгдүүлэх ба сүлжээний ажиллагааг хангах
ADO	<ul style="list-style-type: none"> Хяналтын багажууд ба ухаалаг мэдрэгчүүдийг удирдах систем Коммутацын төхөөрөмжийг удирдан таслах (хугацааны тухайн моментод) Эрэлт хэрэгцээг удирдах Микро сүлжээтэй ажиллах Газар зүйн хувьд мэдээллийг дамжуулах Боловсронгуй хамгаалалт ба хяналт Түгээх сүлжээний боловсронгуй болсон элементүүд 	Түгээлтийг боловсронгуй болгосноор систем өөрөө сэргэх боломжтой болно.
ATO	<ul style="list-style-type: none"> Дэд станцын автоматжуулалт WAMS Мэдээллийг өндөр хурдаар боловсруулах Сүлжээний шилжилтийн процессыг загварчлах 	Мэдээллийг хэрэглэгчид хүргэх системийг боловсронгуй болгосноор хэрэглэгчийг нэгтгэх, активыг удирдах арыг боловсронгуй болгох

	<ul style="list-style-type: none"> • Боловсронгуй болсон тоон хамгаалалт • Газар зүйн (алс зайд) хувьд мэдээллийг дамжуулах систем 	
ААМ	<ul style="list-style-type: none"> • Боловсронгуй болсон мэдрэгчүүд • Системийн параметр • Сүлжээний мэдээллийг бусад процесст ашиглах замаар нэгтгэх • Төлөвлөлт ба зураг төсөл боловсруулах • Инженерийн боловсруулалт, бүтээн байгуулах • Нөөцтэй ажиллах 	<p>Дээрх дөрвөн шатыг нэгтгэснээр дамжуулах сүлжээний үр ашгийг нэмэгдүүлнэ</p>

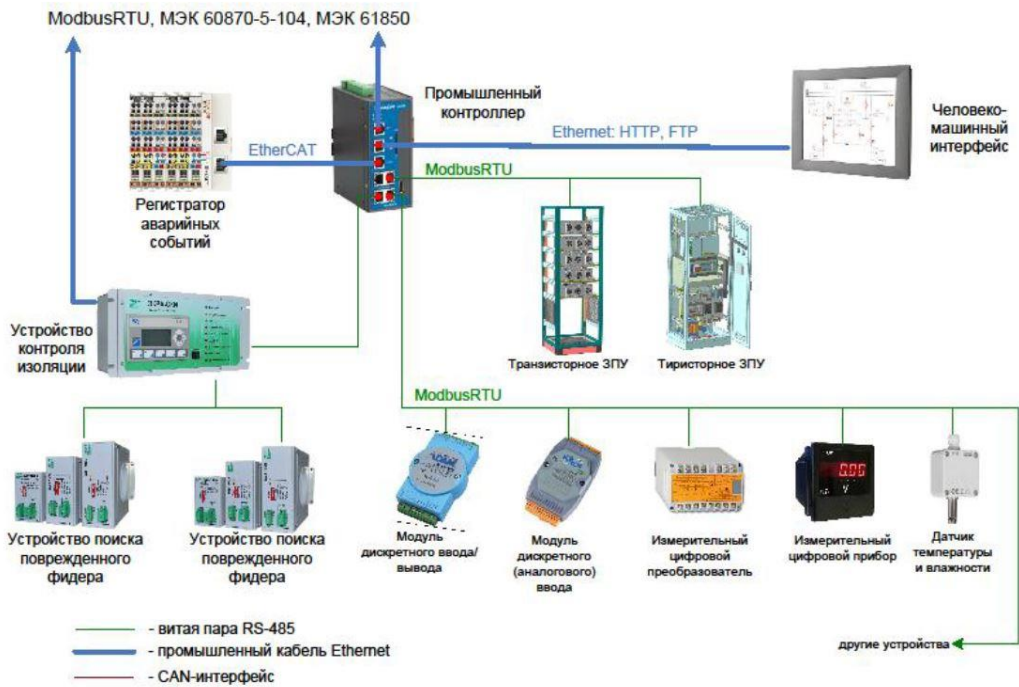
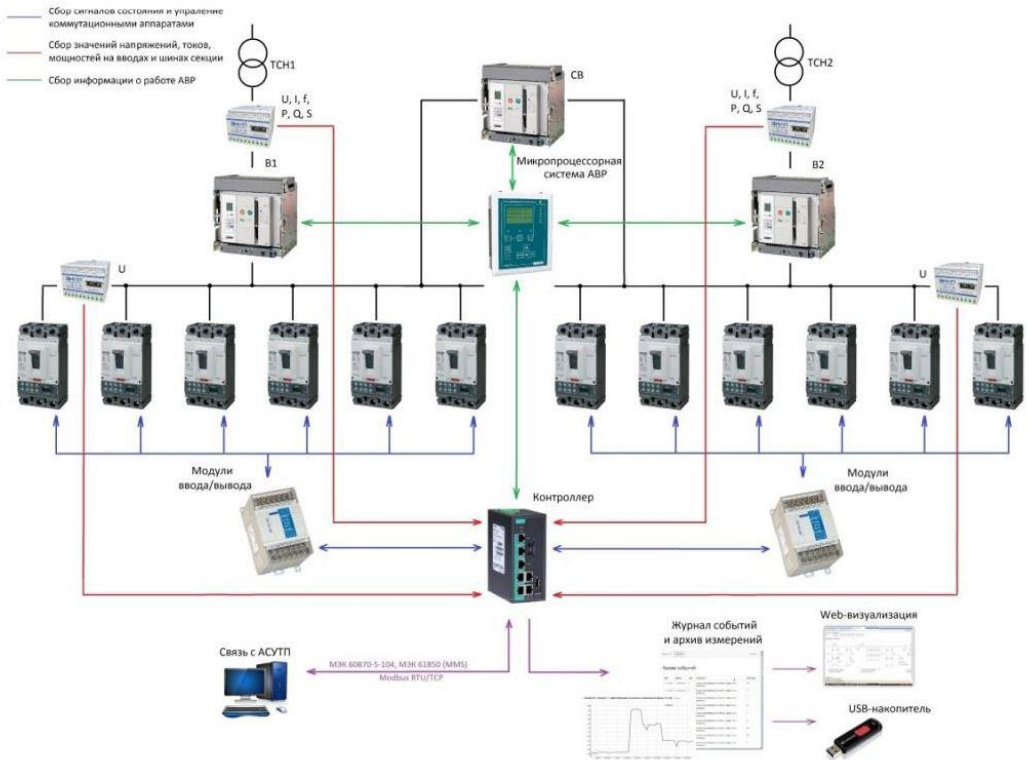
ПРАКТИКТ НЭВТЭРСЭН УХААЛАГ СИСТЕМ (SMART GRID)-ИЙН ЖИШЭЭНҮҮД

Дижитал дэд станцуудын программ хангамж, техник хангамжийн цогцолборын блок схем

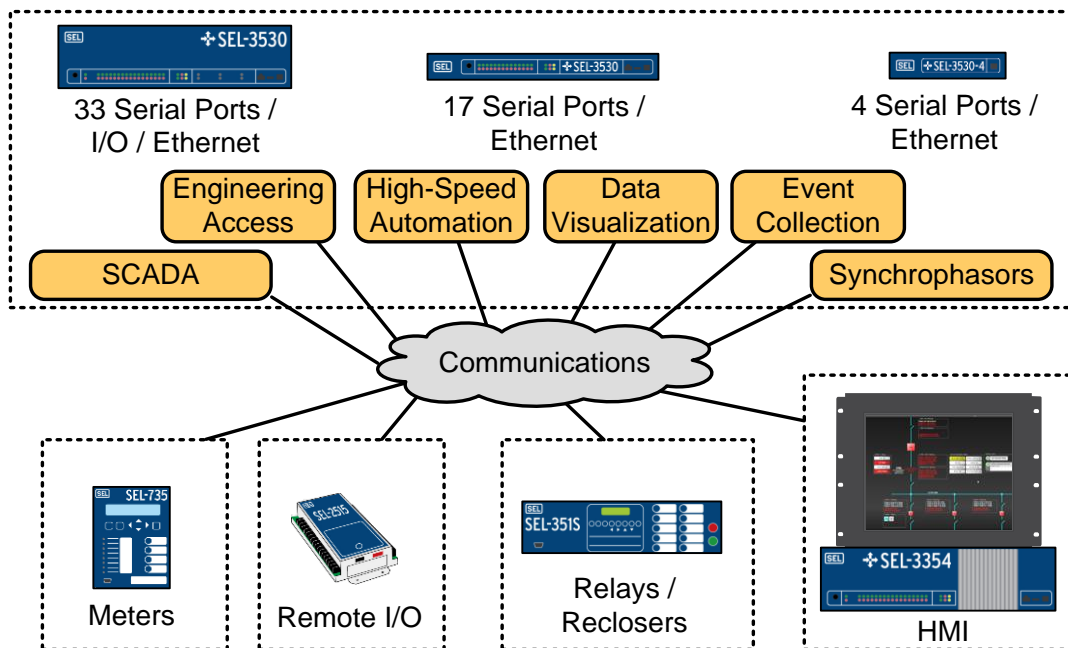


Первоисточник см. на сайте ПАО "Россети": https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_atandart/doc/CTO_34.01-21-004-2019.pdf

**Оросын холбооны улсын ЭКРА фирмийн санал болгож
буй ухаалаг сүлжээний бүтэц**



SEL фирмийн фирмийн санал болгож буй ухаалаг сүлжээний бүтэц



ЗӨВЛӨМЖ ДҮГНЭЛТ

1. Ухаалаг сүлжээний бодлогын баримт бичиг нь инновацын шинж чанартай байх ба одоо байгаа эх үүсвэр, дамжуулах сүлжээний үндсэн тоноглолууд, борлуулалт, нийлүүлэлт болон диспетчерийн удирдлагын автомат системтэй (ДУАС) нягт холбоотой ажиллах, эрчим хүчинд шинэ технологийн дэвшил, эдийн засгийн ололтыг бий болгох юм.
2. “ЦДҮС” ТӨХК нь Монголын эрчим хүчний толгой компанийн хувьд харьяа дэд станц, шугам сүлжээг хамарсан ДУАС-тэй (SCADA) байх нь эрчим хүчний системийн аюулгүй байдлыг хангахын зэрэгцээ найдвартай байдлын баталгаа болно. Тухайн систем нь системийн аваар саатал, горим тохируулгыг хийхэд ДҮТ-ийн ДУАС-тэй мэдээлэл солилцох харилцан хамааралтай ажиллах боломжийг бүрдүүлсэн байх шаардлагатай.
3. Дамжуулах сүлжээ нь өөрийн гэсэн Ухаалаг сүлжээний мэдээллийн нэгдсэн санг бүрдүүлэх, түүнийг хөгжүүлэх, мэдээллийн системийн уян хатан байдлыг хангах, мэдээллийн аюулгүй байдалд онцгой анхаарах шаардлагатай.
4. Холбооны шилэн кабельд холбогдсон төвийн бүсийн дэд станцуудыг алсын удирдлагатай болгох ажлыг цаг алдалгүй хэрэгжүүлэх.
5. НМИ нэвтрүүлэхдээ шинээр баригдаж буй дэд станцуудад, эхнээс нь төлөвлөн нэвтрүүлэн ажиллах шаардлагатай
6. Дамжуулах сүлжээний онцлогт таарсан НМИ-ийн протокол, программ хангамжийг тодорхой бодлоготойгоор нэвтрүүлэх (олон төрлийн программ хангамж ашиглахыг аль болох зайлс хийх)
7. Ухаалаг тоолуурын нэгдсэн серверийг бий болгох.Түүнийг ухаалаг сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсэг байхаар тооцоолон бий болгох
8. Ухаалаг сүлжээг бий болгохдоо сүүлийн жилүүдэд олон улсад нэвтэрч буй дамжуулах сүлжээний хөгжлийн урьдчилан харсан ухаалаг сүлжээний дэд бүтцийг суурь болгон өргөжүүлэх боломжийг тусгах
9. Ухаалаг сүлжээнд ажиллах боловсон хүчний нөөцийг бэлтгэх, дахин сургах, мэргэжил дээшлүүлэх ажлыг жил бүрийн төлөвлөгөөнд тусган зохион байгуулах, сайн мэргэжилтний цалин хангамжийг тусгай бодлогоор дэмжих.

АШИГЛАСАН НОМ ЗОХИОЛ

1. "Алсын хараа 2050" Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлого, 2021 он, УБ
2. Засгийн газрын 2020-2024 оны үйл ажиллагааны мөрийн хөтөлбөр, цахим засаглал болон авлигагүй сайн засаглалыг бий болгох зорилт, 2020 он, УБ
3. “ЦДҮС” ТӨХК-ийн “Техникийн нэгдсэн бодлогын баримт бичиг”, 2021 он, УБ
4. “Эрчим хүчний салбарын реле хамгаалалт, системийн автоматикийн талаар баримтлах бодлогын баримт бичиг” /2019-2023/, 2019 он, УБ
5. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SMART GRID, -М.:ИАЦ Энергия, 2010