ДЕЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ УКРАИНЫ

Какой урон нанесён украинской энергосистеме, и сможет ли киевская власть её восстановить.

www.sonar2050.org
expert@sonar2050.org
«Научно-исследовательский центр проблем интеграции стран-участниц Евразийского экономического союза "Союзный нарратив 2050"»

www.sonar2050.org

Автор доклада — руководитель направления политэкономических исследований Лизан Иван Юрьевич. Тел.: +7-999-714-12-40. E-mail: lizan@sonar2050.org. Страница автора: www.sonar2050.org/authors/ivan-lizan

Шеф-редактор — Уралов Семён Сергеевич. Тел.: +7-916-215-72-02. E-mail: uralov@sonar2050.org

Глава аналитического бюро — Лизан Иван Юрьевич. Тел.: +7-999-714-12-40. E-mail: lizan@sonar2050.org

«Научно-исследовательский центр проблем интеграции стран-участниц Евразийского экономического союза "Союзный нарратив 2050"»

Адрес: Российская Федерация, 143180, Московская область, г. Звенигород, мкр. Пронина, д. 2, офис 12

Директор — Боков Василий Сергеевич. Тел.: +7-916-120-07-08. E-mail: vb@sonar2050.org

Оглавление

Введение 4
Краткая вводная в энергосистемы 4
Классы напряжения и трансформаторов 5
АТО и СВО: потери украинской энергосистемы 8
Откуда брать трансформаторы 10
Украинские трансформаторы: «ВИТ» и «Запорожтрансформатор» 12
Выводы 15

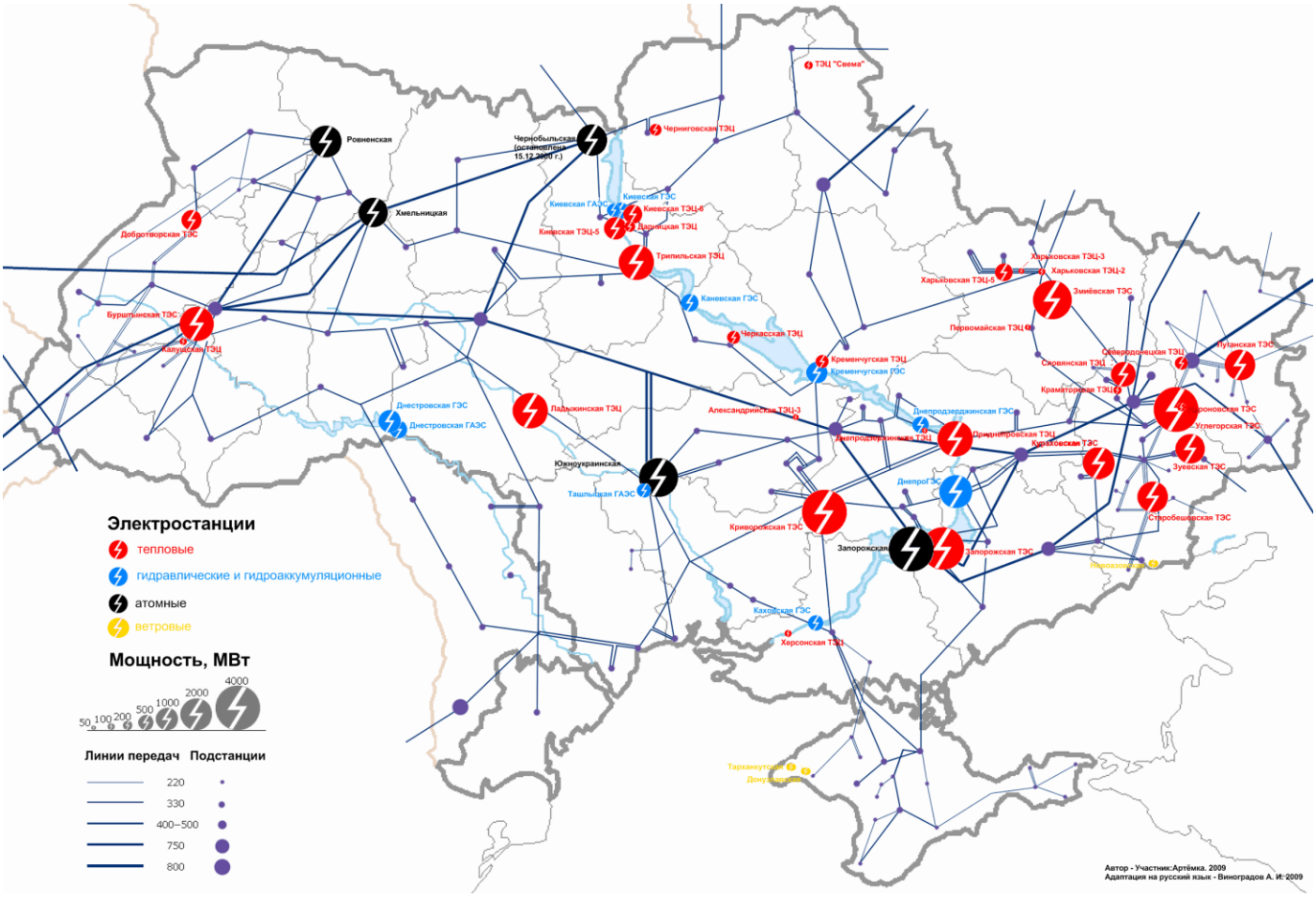
Введение

Еврокомиссия приступила к созданию в Польше хаба для поставок энергетического оборудования на Украину, а председатель Еврокомиссии Урсула фон дер Ляйен анонсировала отправку украинской стороне трансформаторов и генераторов. Хаб и энергетическая помощь стали реакцией на многочисленные жалобы украинских политиков, чиновников и менеджеров об исчерпании складских запасов электрооборудования. Но одновременно с просьбами о помощи украинские энергетические менеджеры, например глава правления «Укрэнерго» Владимир Кудрицкий[1], жалуются на то, что европейское оборудование не подходит для Украины.

Самое время оценить ущерб, который нанесли российские ракетные удары объединённой энергосистеме Украины, и понять, можно ли её восстановить, а также разобраться в том, кто способен помочь украинской власти в восстановлении энергосистемы и сколько это займёт времени.

Краткая вводная в энергосистемы

Прежде чем прейти к ответу по существу на поставленные во введении вопросы, стоит немного погрузиться в базовые принципы устройства энергосистем и распределения электроэнергии.



Обратите внимание на линии электропередачи и их напряжение. Хребет украинской электроэнергетики — Воздушные ЛЭП 750 кВ.

Энергетическая система состоит из следующих базовых компонентов.

[1] «Укрэнерго» сообщило о трудностях с поиском оборудования для ремонта энергосетей. // ТАСС. 2022. 22 ноября. URL: https://tass.ru/ekonomika/16397785

1. Электростанции различного вида генерации, которые дополняют друг друга и работают в единой системе: АЭС обеспечивают постоянную выработку э/э, а тепловые и гидроэлектростанции используются как маневровые мощности, что позволяет проходить утренний и вечерние пики потребления электроэнергии. Выдача э/э с электростанции осуществляется через распределительное устройство, которое может быть как открытым (ОРУ), так и закрытым (ЗРУ).
2. Электрические подстанции[2] (ПС), в которых располагаются трансформаторы и масса другого электрического оборудования (шины, токоограничивающие реакторы, разъединители, измерительные приборы, устройства телеметрии, выключатели и так далее), обеспечивающего повышение/понижение напряжения в электрической сети для передачи э/э с электростанции к её конечному потребителю.
3. Электрические сети различного напряжения, по которым э/э передаётся от трансформатора на одной подстанции к трансформатору на другой подстанции.
4. Диспетчерские пункты на электростанциях и подстанциях, которые управляют процессом производства и передачи э/э, а также оператор системы передачи э/э (в случае с Украиной это Национальная энергетическая компания «Укрэнерго»).

При работе электростанций в единой системе важно соблюдать баланс между производством и потреблением э/э, удерживая частоту колебаний переменного тока на уровне 50 Гц (или 60 Гц в случае с США и Японией).

Энергосистема, в частности распределительные сети, строится таким образом, чтобы максимальная мощность генераторов электростанций соответствовала нагрузочной способности электрических сетей участка энергетической системы и, что не менее важно, чтобы она в полной мере обеспечивала потребности потребителей, в том числе и в случае отключения того или иного генератора от электрической сети.

Вся эта сложная система работает как единый организм и создавалась десятилетиями, проходя циклы модернизации, в ходе которых демонтировались ненужные и строились необходимые линии электропередачи, возводились новые электростанции и модернизировались электроподстанции.

Классы напряжения и трансформаторов

Теперь стоит немного углубиться в материальную часть.

Производство э/э на электростанции в генераторе происходит[3] при низком напряжении в диапазоне от 6,3 до 36,75 кВ (киловольт). Но передавать электроэнергию под таким напряжением очень сложно: потребуются провода большого сечения, а передача будет сопровождаться большим выделением тепла и огромными потерями электроэнергии. Согласно закону Джоуля — Ленца при снижении напряжения в два раза ток увеличится в два раза, а потери на том же проводе возрастут в четыре раза. Поэтому на большие расстояния э/э передаётся по линиям электропередачи сверхвысокого (до 750 кВ) и ультравысокого (до 1150 кВ) напряжения.

Как видно из таблицы, одна цепь линии электропередач напряжением 750 кВ позволяет передавать до 2200 МВт мощности (2000 МВт — это 2 реактора ВВЭР-1000 или одна Хмельницкая АЭС). Передаваемая мощность линии напряжением 750 кВ в 628 раз больше, чем у линии на 10 кВ.

Напряжения, передаваемая мощность и расстояния передачи[4]		
Номинальное напряжение линии, кВ	Наибольшая передаваемая мощность на одну цепь, МВт	Наибольшее расстояние передачи, км

[2] Виды трансформаторных подстанций. // «Школа электрика». 2022. URL: http://electricalschool.info/elstipod/1746-vidy-transformatornykh-podstancijj.html

[3] Как электроэнергия поступает с генераторов электростанций в энергосистему. // «Школа электрика». 2022. URL: http://electricalschool.info/main/osnovy/1487-kak-jelektrojenergija-postupaet-s.html

[4] Назарова Валентина. Современный монтаж электропроводки и тёплых полов. URL: https://booksonline.com.ua/view.php?book=133137&page=14

10	До 3,5	До 15
20	До 5,0	До 30
35	5–15	30–60
110	25–50	50–150
220	100–200	150–250
330	300–400	200–300
400	500–700	600–1000
500	700–900	800–1200
750	1800–2200	1200–2000

Поэтому ток с генератора станции передаётся на повышающий трансформатор. Там ток с 6–36 кВ поднимается до 110/750 кВ (в случае с Украиной) и передаётся на большие расстояния по высотным линиям электропередачи (ВЛЭП) к трансформаторам такого же класса напряжения.

После э/э оказывается на понижающем трансформаторе, и напряжение снижается с 750 кВ до 330 Кв, затем — ещё ближе к потребителю — опять снижается с 330 до 110 кВ, после — ещё ближе — со 110 до 35 кВ.

Порой весь цикл понижения напряжения происходит в пределах одной подстанции, порой между ними расстояние — в десятки километров. В случае, например, с Киевом понижение напряжения происходит на ПС 750/330/35 кВ «Киевская».

Но и 35 кВ — это слишком большое напряжение многих промышленных потребителей, не говоря уже о бытовых. Поэтому э/э передаётся уже на комплектные трансформаторные подстанции (КТП), где понижается с 10/6 до 0,4 кВ. Такие трансформаторы мы очень часто видим прямо в городах в отдельно стоящих зданиях. В США своя специфика устройства электросети, поэтому там вместо КТП устанавливаются столбовые трансформаторные подстанции (СТП) на электроопорах рядом с домами.





Комплектные трансформаторные подстанции и столбовые трансформаторные подстанции.

Все эти перечисленные переходы от бóльших к меньшим значениям являются классами напряжения.

Ряды напряжений высоковольтных сетей в мире[5]	
Регион	Классы напряжения
Россия	Первая шкала: 110–150–330–750 кВ. Получила распространение в северо-западных областях России, Карелии, на Кольском полуострове и Северном Кавказе. Вторая: 110–220–500–1150 кВ. Вторая шкала напряжений применяется в центре России и регионах, расположенных к востоку от Москвы. К востоку от Москвы, включая Сибирь и Дальний Восток, используется только вторая шкала напряжений.

[5] Ряды напряжений высоковольтных сетей в мире. // forca.ru. 2022. URL: https://forca.ru/spravka/spravka/ryady-napryazheniy-vysokovoltnyh-setey-v-mire.html

Азия	Ирак, Иран — 400 кВ, Китай, Пакистан, Япония — 500 кВ.
Евросоюз	Основными системообразующими линиями переменного тока в странах Западной Европы являются линии напряжением 380–420 кВ. Линии 230 кВ и 110–150 кВ выполняют функции распределительных сетей. Напряжения 500 и 750 кВ в Западной Европе не используются.
США	Первая шкала включает напряжения 138–345–765 кВ и используется на юго-западе, в центре и на севере страны. Вторая включает напряжения 115–230–500 кВ и используется преимущественно на западе и юго-востоке США.
Канада	В восточной части страны достаточно широко развита сеть напряжением 735 кВ, в западной — 500 кВ.
Латинская Америка	Мексика — 220 и 400 кВ, Бразилия — 765–500–400–345 кВ, Венесуэла — 400 кВ, в остальных странах — 220 кВ.
Африка	Египет — 500 кВ, ЮАР — 400 кВ, Нигерия, Замбия и Зимбабве — 330 кВ, в других странах 220—230 кВ. Высокие напряжения — следствие удалённости электростанций от потребителей э/э.

Со временем классы напряжения во всех странах мира росли по мере строительства новых, всё более мощных электростанций: в РСФСР с годами перешли от 30 (35) кВ к 70 кВ, которые затем доросли до 110 кВ, после — до 220 кВ, а с окончанием Великой Отечественной — и к 400 кВ, которые довели до 500 кВ. К 1970–1980 гг., когда стали массово строить атомные электростанции и очень мощные тепловые, стало мало и 500 кВ — им на помощь пришли[6] 750 кВ. Но были и особенности: в УССР некоторые ступени этой «эволюции» пропустили в силу форсированной индустриализации. Так, с 30 (35) кВ сразу прыгнули к 110 и 150 кВ, а с них — уже не к 220 кВ, а к 330 кВ.



[6] Линии 750 кВ, как основа украинской электроэнергетики. aftershock.news. 2015. 14 октября. URL: https://aftershock.news/?q=node/341610&full

ВЛЭП напряжением 1 150 кВ, или один миллион сто пятьдесят тысяч вольт. Высота опоры от земли до траверсы (горизонтальная балка) — 40 метров, полная высота — 46 метров. Расстояние между опорами — от 200 до 500 метров.

К закату СССР эта гонка классов напряжения остановилась на 1 150 кВ линии Итатская — Алтай — Экибастуз — Кокчетау — Кустанай — Челябинск. Однако на полную мощность она проработала лишь три года, и то не на всём своём протяжении. Теперь она работает лишь на 500 кВ.

В общем, советская власть своей форсированной индустриализацией и электрификацией ещё в 1970–х основательно испортила жизнь постмайданной власти Зеленского. Если на Украине доминирующим классом напряжения стали 750 и 330 кВ, то в странах Западной Европы эволюция остановилась на 400 и 220 кВ, в США же высшим классом напряжения стали 500 кВ. В Китае взяли[7] рубеж и в 800 кВ, и даже в 1 100 кВ.

По мере интеграции энергосистем присоединённых к Евросоюзу стран бывшего СЭВ их классы напряжения адаптировались к европейским классам. Несвойственный Евросоюзу класс 750/330 Кв превратили в 750/400 кВ. Под этот класс подстроились европейские производители трансформаторов. Европейский класс напряжения 400/220 кВ на Украине был внедрён лишь на станциях Бурштынского энергоострова, с которого э/э экспортировалась в Евросоюз.

В России же, в силу советского наследия, использовались практически все классы напряжения, что позволяет выпускать трансформаторы разных классов напряжения.

И всё это украинское электроэнергетическое хозяйство, доставшееся в наследство от УССР, практически в неизменном виде дожило до 2014 года.

АТО и СВО: потери украинской энергосистемы

Серьёзных изменений украинская электроэнергетика за 30 лет не претерпела.

Во-первых, этого и не требовалось, так как Украине досталась более чем современная энергосистема, спроектированная под 52 млн человек и массу промышленных предприятий. По мере деиндустриализации и оттока населения мощности становились избыточными.

Поэтому количество построенных за годы независимости электростанций (не считая станций «зелёной» генерации) можно сосчитать по пальцам одной руки. Главная из них — Хмельницкая АЭС, где в 2004 году состоялся энергетический пуск второго энергоблока.

Соответственно, и особых потребностей в строительстве новых подстанций не было. За последние 10 лет на Украине построили две подстанции: ПС «Киевская», которая обеспечила получение Киевом э/э с Хмельницкой АЭС, и ПС «Кременская», вновь интегрировавшая север Луганской области в состав объединённой энергосистемы Украины после того, как в 2014 году серьёзно пострадала ПС «Донбасская» 750 кВ.

ПС «Киевскую» строили с 2012 по 2015 годы, начав возведение ещё во времена Януковича. ПС «Кременскую» строили уже при Порошенко: начали в 2017 году, а закончили в середине 2020 года. И если «Киевская» построена под «традиционный» класс напряжения, то «Кременская»[8] — под 500/220/35 кВ.

---

[7] Высоковольтные линии в Китае заподозрили во влиянии на магнитное поле и климат Земли. // 3Dnews.ru. 2021. 31 мая. URL: https://3dnews.ru/1057141/visokovoltnie-linii-peredachi-v-kitae-zapodozrili-v-globalnom-vliyanii-na-klimat-zemli

[8] Завершено строительство подстанции «Кременская», начаты испытания оборудования. // Cxid.info. 2020. 15 мая. URL: https://cxid.info/150950_zaversheno-stroitelstvo-podstancii-kremenskaya-nachaty-ispytaniya-oborudovaniya.html

В общем, к 2022 году объединённая энергосистема Украины потеряла Крым и ЛДНР с Зуевской и Старобешевской ТЭС, но мало чем отличалась от энергосистемы УССР, работая на тех же классах напряжения и часто с тем же, пусть и сильно устаревшим и изношенным оборудованием.

Впервые в объекты украинской тепло- и электроэнергетики (тепловая генерация также может производить и распределять э/э) прилетело в начале весны: пострадали Ахтырская и Сумская ТЭЦ. В апреле досталось Кременчугской ТЭЦ. Однако эти обстрелы носили случайный характер либо были сопутствующим ущербом от ударов по основным целям и никаким единым замыслом объединены не были.

В период вплоть до 11 сентября удары по объектам электроэнергетики наносились исключительно украинской стороной: прилетало в Запорожскую АЭС и Каховскую ГЭС. Обстрелами первой Киев пытался принудить Москву к передаче ему станции под контроль, а ударами по ГЭС Киев пытался нарушить логистику по плотине через Днепр. Чем были вызваны удары от 11 сентября, сложно сказать: возможно, это были робкие попытки нарушить логистику на левобережной Украине, а может, ими Москва пыталась указать Киеву на недопустимость обстрелов Запорожской АЭС. Но удары системными не были и носили, скорее, психотерапевтический характер для российского обывателя, столкнувшегося с отступлением с севера Харьковской области. Тем не менее они показали слабость отдельных частей украинской энергосистемы, ведь к тому моменту украинская энергосистема лишилась солидной части генерации в восточных и южных регионах постУкраины, что снижало её устойчивость. Однако не настолько, чтобы привести к серьёзным последствиям, и уже к вечеру того же дня северо-восток Украины был оперативно запитан с Западной Украины, откуда организовали перетоки э/э. Именно электростанции Западной Украины стали нести на себе основную нагрузку.

Всерьёз за украинскую энергосистему Россия взялась лишь 10 октября, когда в воде Керченского пролива оказались два пролёта Крымского моста. И вот с этого момента удары стали носить системный характер.

Сперва (примерно первые две недели) прилетало в ТП 330/110 кВ. К 22 октября от ударов пострадало от 30 до 40 % энергетической инфраструктуры Украины. В городах отключили уличное освещение, и начались веерные отключения э/э. Однако Киеву удавалось вполне оперативно восстанавливать энергосистему.

28 октября впервые были нанесены удары по ПС 750 кВ. 31 октября прилетело по ОРУ украинских ГЭС на Днепре и Днестре. В тот же день исполнительный директор ДТЭК Дмитрий Сахарук заявил, что у компании закончился запас оборудования для ремонтно-восстановительных работ.

15 ноября на территорию Украины прилетели порядка 100 ракет. Этот удар стал самым сильным: без э/э оказались 10 млн человек на территории свыше 10 областей. В ходе этого удара Одесская область на время потеряла связь с объединённой энергосистемой Украины, а Хмельницкая АЭС полностью утратила связь с электросетью и перешла на резервное питание от дизель-генераторов. На Ровенской АЭС остановился один из четырёх реакторов. Заодно на территорию Польши упала украинская зенитная ракета.

17 ноября украинские энергетические менеджеры сообщили, что страна будет жить не по графику отключений э/э, а по графику включений э/э. Украинская энергосистема оказалась в состоянии постоянных аварийных отключений э/э, в ходе которых, в отличие от веерных, выключаются все потребители, в том числе и защищённые объекты, которые запитаны от двух–трёх разных трансформаторов. К этому моменту в Одессе жаловались на отсутствие э/э на протяжении четырёх суток, тогда как во Львове местами работало уличное освещение. Этот факт свидетельствует о нарушении перетоков э/э между частями энергосистемы, когда в одном месте «пусто», а в другом «густо» и равномерно распределить потоки э/э не представляется возможным.

Но самым сокрушительным ударом стали обстрелы 23 ноября. Выпущено было 67 ракет, остановились все блоки на Южно-Украинской АЭС, на Ровенской и Хмельницкой АЭС сработала аварийная защита. Фактически из украинской энергосистемы «выпали» все атомные энергоблоки, тянувшие на себе основную нагрузку. Без э/э осталась бóльшая часть Украины, а восстановление энергоснабжения заняло больше недели.

Собственно, по мере нанесения ударов стал понятен их примерный замысел. В силу устойчивости украинской энергосистемы, многократного резервирования мощностей и наличия атомных электростанций удары были растянуты на полтора месяца. Основными целями стали ОРУ, с которых выдаётся э/э со станций в сеть, ПС 330/110 кВ, а после — и ПС 750/330 кВ, обеспечивающие перетоки э/э между разными частями объединённой энергосистемы. И уже к 15 ноября ОЭУ перестала быть объединённой — от неё стала отпадать Одесская область. 23 ноября Украина вплотную подошла к грани, отделяющей масштабную аварию в энергосистеме от полноценного блекаута, из-за которого э/э пропадает на территории всей или же значительной части энергосистемы на срок свыше суток.

Как итог — украинская энергосистема подверглась серьёзному упрощению, нанесённые ей повреждения перешли из количества в качество, веерные отключения э/э сменились аварийными. А каждое аварийное отключение приводит к ускоренному исчерпанию ресурса электрического оборудования. Например, масляный выключатель ВМГ-10 должен проходить капремонт раз в шесть лет или при всего лишь шести отключениях. После в нём необходимо чистить контакты и менять трансформаторное масло. Схожая история — с вакуумными выключателями: они пусть и обладают массой достоинств, но их дугогасительное устройство имеет небольшой ресурс, а сам выключатель в ходе поломки нужно менять. И это, не говоря о случаях короткого замыкания на комплектных трансформаторных подстанциях в самих городах, из-за чего они загорались, и коротких замыканиях, сжигавших троллейбусы, подключённые к контактной сети.

В общем, с каждым новым обстрелом на Украине становилось всё меньше ключевых объектов, вокруг которых выстраивается энергосистема. Речь идёт о силовых трансформаторах, в которых роль диэлектрика (изолятора) и охлаждающей жидкости играет трансформаторное масло. Порой его вес в трансформаторе доходит до десятков тонн.

Откуда брать трансформаторы

И теперь мы подходим к самому интересному вопросу: откуда киевской власти брать трансформаторы взамен десятков сгоревших?

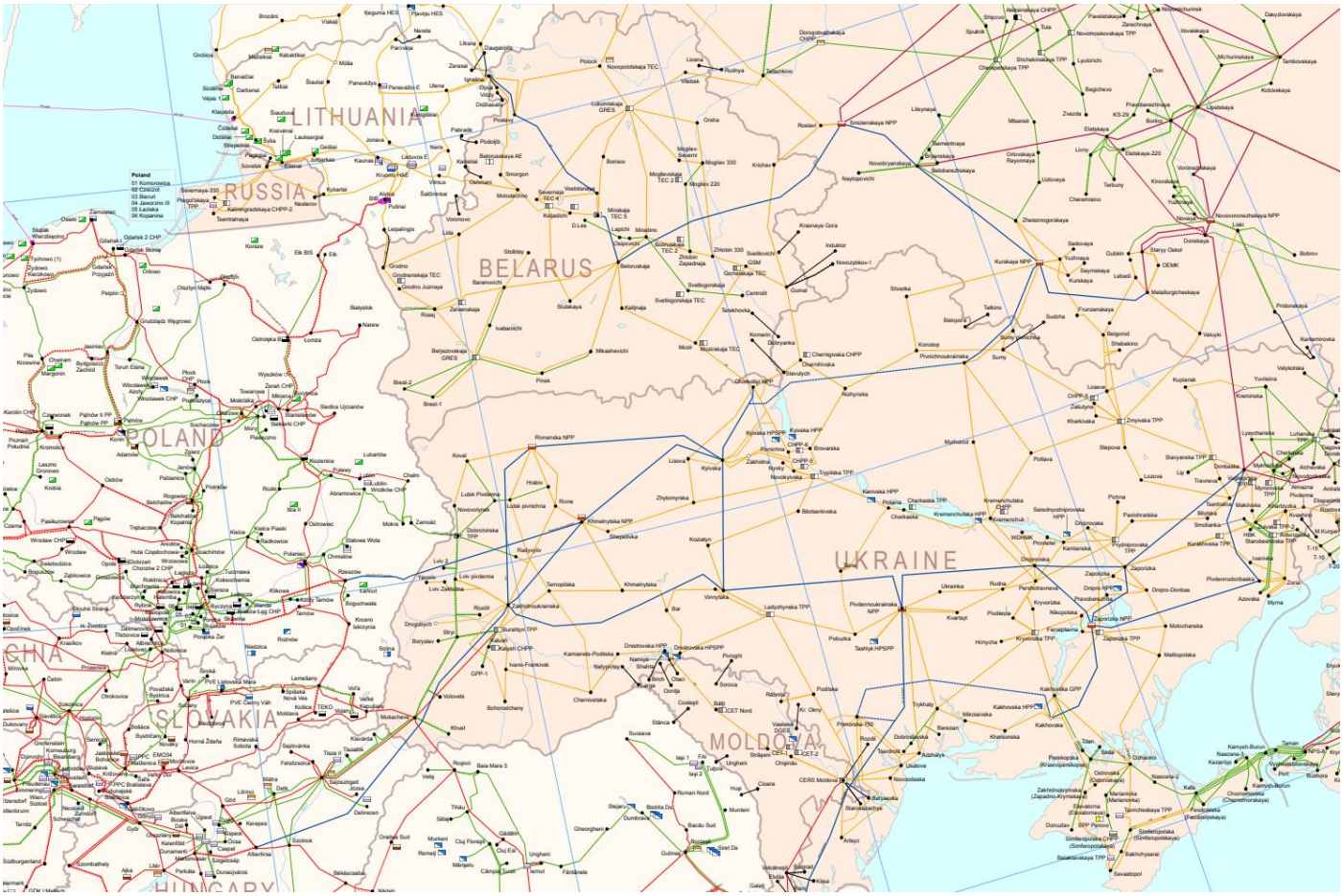
Как уже понятно из главы про классы напряжения, Украине необходимы новые трансформаторы:

1. С таким же классом напряжения.
2. С мощностью не меньше подлежащего замене.
3. С управляемостью[9] не меньше подлежащего замене при работе под нагрузкой (РПН) либо после отключения от сети (переключение без возбуждения — ПБВ).

Причём с учётом того, что ударам подвергались как сами станции, так и их ОРУ и вся последующая цепочка передачи э/э (750/330/100/35 кВ), требуются трансформаторы самых разнообразных характеристик и конфигураций. И здесь самое время вспомнить табличку с классами напряжения из первой главы доклада или посмотреть на часть карты[10] европейской энергосистемы ENTSO-E.

[9] Регулирование напряжения трансформатора. // «Школа электрика». 2022. URL: http://electricalschool.info/elstipod/1953-regulirovanie-naprjazhenija.html

[10] Карта ENTSO-E. 2022. URL: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/maps/2019/Map_ENTSO-E-4.000.000.pdf



Толстые синие линии в правой части карты — 750 кВ, толстые красные в левой части — 400 кВ. Тонкие жёлтые линии в правой части — 300–330 кВ. Соответственно, зелёные в левой части — 220–275 кВ. Как видно, снять что-либо в ЕС и установить это на Украине выйдет разве что для считанных единиц трансформаторов, и то, скорее, в Прибалтике, которая всё ещё входит в БРЭЛЛ — электрическое кольцо Белоруссии, России, Эстонии, Латвии и Литвы. И то после 1 января 2025 года, когда Прибалтика отключится от БРЭЛЛ. В остальном же из ЕС поставлять нечего.

И как стало понятно из главы про разные классы напряжений, в ЕС и бывшем СНГ европейские производители смогут поставить разве что трансформаторы для Бурштынской и Добротворской ТЭС, которые 20 лет работали синхронно с европейской энергосистемой ENTSO-E, поставляя туда э/э). В остальном ЕС помочь Украине не сможет — там просто нет производства необходимых Киеву трансформаторов. США так и вовсе ничем серьёзным помочь не смогут — там своя специфика электрических сетей и свои классы напряжения.

В середине октября Киев выразил надежду на то, что ему смогут поставить трансформаторы с закрытых угольных электростанций. Однако с ними есть проблемы. Во-первых, ЕС, столкнувшись с энергокризисом, перезапускает свою угольную генерацию. Во-вторых, в странах Западной Европы всё тот же европейский класс напряжения 400/220 кВ.

В других странах бывшего СССР также нечего демонтировать: там не закрывали массово электростанции, и нет «лишних» трансформаторов. Впрочем, даже если предположить, что они там есть, спасение Украины неизбежно споткнётся о логистику.

7 октября на Луганскую ТЭС из России доставили автотрансформатор мощностью 200 000 кВА (киловольт-ампер). Его везли на специальной ж/д платформе, так как его масса в сборе — 215 тонн, а габариты примерно соответствуют двум установленным друг на друга полувагонам, чья стандартная высота — 3,95 м.

А доставка трансформатора АОДЦТН–330000/750/330[11] (понижающий с 750 до 330 кВ) будет сложнейшей логистической задачей: габариты трансформатора — 15,7 (длина), 9,1 (ширина) и 11,2 (высота) метра при транспортной массе в 232 тонны (вес установленного трансформатора — 352 тонны). К слову, в установленном и заправленном доверху трансформаторе помещается 80 тонн масла.

Но, быть может, необходимые Украине трансформаторы производят в нейтральной стране, например в Казахстане, где есть два трансформаторных завода? Нет, и там нет таких трансформаторов: Кентауский трансформаторный завод выпускает трансформаторы напряжением 6 и 10 кВ, а Шымкентский трансформаторный завод ASIA TRAFO выпускает изделия классом напряжения 110, 220 и 500 кВ.





Слева — габариты автотрансформатора, доставленного на Луганскую ТЭС. Справа — габариты уже установленного силового трансформатора напряжением 330 кВ[12] производства компании «Тольяттинский трансформатор».

Остаётся только Россия, где в силу наличия сетей самых разнообразных классов выпускают все необходимые трансформаторы, но Россию, по вполне понятным политическим причинам, как поставщика изделий для киевской власти рассматривать не стоит.

Поэтому, вновь предположив, что у одной из республик Прибалтики окажется свободным такой трансформатор, везти его, возможно, придётся морем, а перегружать — с помощью плавучих кранов. К слову, упомянутый трансформатор АОДЦТН–330000/750/330 производили в Запорожье. Поэтому, с учётом того, что на дружественные Киеву страны надежды нет, стоит разобраться, сохранились ли на Украине производственные мощности по выпуску необходимых ей трансформаторов.

Украинские трансформаторы: «ВИТ» и «Запорожтрансформатор»

В СССР были два центра трансформаторостроения — Тольятти и Запорожье. В первом ООО «Тольяттинский трансформатор» работает, а вот в Запорожье с производством трансформаторов уже не первый год проблемы.

[11] Основные данные автотрансформаторов. // ess-ltd.ru. 2022. URL: https://www.ess-ltd.ru/elektro/osnovnye-dannye-avtotransformatorov.html

[12] Трансформаторы силовые масляные класса напряжения 330 кВ. Краткое описание. // «Тольяттинский трансформатор». 2022. URL: https://toltrans.nt-rt.ru/images/manuals/trans4.pdf

7 ноября Нацкомиссия по ценным бумагам и фондовому рынку Украины приняла решение о национализации ЧАО «Запорожтрансформатор» (ЗТР), принадлежавшего компании «Энергетический стандарт». Компанией в то время владел украинский олигарх с российскими корнями Константин Григоришин.

К тому моменту в один из цехов предприятия прилетела ракета, обрушив большую его часть и повредив всё, что в нём находилось. Но ракета — лишь одна из проблем предприятия за последние восемь постмайданных лет.

В 2015 году Григоришин, тогда друживший с президентом Порошенко, смог добиться от «Укрэнерго» контракта на поставку трансформаторов ценой в 20–26 тыс. долларов за мегавольт-ампер (мВА), тогда как немецкий Siemens предлагал цену в 6–9,6 мВА для «Энергоатома». Сумма сделки[13] оценивалась в 4 млрд гривен: планировалось обновить не традиционные для Украины 3–5 трансформаторов, а десятки единиц оборудования, 70 % из которых к тому времени исчерпали свой ресурс[14], проработав свыше 25 лет без замены. Но «схему» опубличили антикоррупционеры, сумму тендера снизили до 2 млрд гривен, а затем — и вовсе до 1 млрд гривен.

В 2016–2017 годы «Укрэнерго» закупило у ЗТР оборудование на сумму свыше 1 млрд гривен. Но после объём заказов сократился из-за ужесточения контроля за украинскими госзакупками со стороны западных кредиторов Украины.

В 2017 году Григоришин проиграл судебный спор в Лондонском коммерческом арбитраже Вадиму Новинскому и Владимиру Лукьяненко. Суд постановил взыскать с Григоришина 300 млн долларов и наложил арест на часть его имущества, в том числе ЗТР, который к тому моменту уже три года как был убытках. К слову, судебный процесс в Лондоне длился с 2013 по 2017 гг. включительно. Так что Григоришин вполне мог вести ЗТР к фиктивному банкротству, просто чтобы не отдавать долги по решению Лондонского коммерческого арбитража, чем он и воспользовался в 2019 году.

В конце 2018 года ЗТР лишился доступа на российский рынок — предприятие попало[15] под санкции, введённые после попытки украинских кораблей прорваться из Чёрного в Азовское море. Тогда же ЗТР закрыл своё московское представительство, работавшее с 2003 года. Работа представительства перестала иметь какой-либо смысл из-за отсутствия заказов из России, где есть потребность в производимых заводом трансформаторов востребованных классов напряжения, так и от украинского оператора «Укрэнерго»[16].

А в конце 2018 года Верховная Рада освободила от уплаты 20 % НДС ввозимые на Украину трансформаторы с жидким диэлектриком (то самое трансформаторное масло) мощностью более 10 000 кВА для СЭС и ВЭС вплоть до 2022 года. Решение протолкнул[17] в парламенте депутат от «Народного фронта» Юрий Вознюк, а принято оно было в интересах Рината Ахметова, чья ДТЭК тогда активно вкладывала деньги в «зелёную» энергетику. Освобождение от НДС позволило бы Ахметову сэкономить от 5 до 10 млрд гривен.

Этим решением Рада поставила уже погрязший в долгах ЗТР в неравные условия с иностранными производителями. Отменили[18] эту дискриминационную меру 16 мая 2019 года. К слову, одним из депутатов,

---

[13] Зачем Константин Григоришин банкротит «Запорожтрансформатор». // Издато. 2019. 21 октября. URL: https://izdato.net/news/business/item/2434-zachem-konstantin-grigorishin-bankrotit-zaporozhstransformator

[14] Силовые трансформаторы: номинальные режимы работы и величины. // «Школа электрика». 2022. URL: http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/1226-silovye-transformatory-nominalnye.html

[15] Российское эмбарго может отразиться на экспорте трансформаторов из Украины. // Енергореформа. 2018. 29 декабря. URL: http://reform.energy/news/rossiyskoe-embargo-mozhet-otrazitsya-na-eksporte-transformatorov-iz-ukrainy-10184

[16] У Константина Григоришина разрядился «Запорожтрансформатор». // «Олигарх. Медиа». 2019. 21 октября. URL: https://oligarh.media/2019/10/21/u-konstantina-grigorishina-razryadilsya-zaporozhtransformator/?amp

[17] ВР освободила от НДС оборудование для СЭС и ВЭС до 2022 года. // «Пётр и Мазепа». 2012. 13 декабря. URL: https://petrimazepa.com/vr_osvobodila_ot_nds_oborudovanie_dlya_ses_i_ves_do_2022_goda

[18] Справедливость восстановлена — Верховная Рада отменила льготы на импорт трансформаторов. // ЗТР. 2019. URL: http://ztr.com.ua/ru/news?n_id=466

подавших в Раду законопроект об отмене дискриминационных мер против ЗТР, был[19] текущий глава Запорожской области в составе России Евгений Балицкий.

24 октября 2019 года хозяйственный суд Запорожской области открыл производство по делу о банкротстве «Запорожского трансформаторного завода», входящего в группу «Энергетический стандарт» Григоришина. К 1 января 2019 года обязательства ЗТР составляли почти 10 млрд гривен, в том числе задолженность по кредитам банков — почти 8,9 млрд гривен. К тому моменту на предприятии числились 2 165 человек. Инициатором банкротства стал сам ЗТР.

А в 2020 году НЭК «Укрэнерго» дисквалифицировала ЗТР с тендера по закупке трансформаторов стоимостью 184 млн гривен. Впоследствии «Укрэнерго» подписало кредитное соглашение с ЕБРР, который выделил 149 млн евро под замену оборудования, включая 26 трансформаторов. Но их уже поставляли из ЕС, так как ЗТР, находившийся в состоянии банкротства, автоматически лишался доступа к тендерам. Поэтому предприятие выживало за счёт заказов из стран преимущественно дальнего зарубежья.

С учётом того, что завод продолжил отгружать готовую продукцию в страны дальнего зарубежья после открытия производства по делу о банкротстве и отсутствия новостей о признании завода неплатежеспособным/назначения арбитражного управляющего и распродажи имущества завода, есть все основания утверждать, что завод является банкротом лишь номинально, а сделано это для невозможности взыскания его в собственность Новинского и Лукьяненко. Впрочем, этот факт теперь не имеет значения — завод перешёл в государственную собственность и фактически принадлежит доверенным лицам президента Зеленского и главы его офиса Ермака.

В то же время в Запорожье функционировал ещё один трансформаторный завод, способный производить сверхмощные силовые трансформаторы мощностью до 250 мВА и напряжениям до 1 800 кВ, трансформаторы и реакторы специального назначения, а также мелкие партии специального технологического оборудования. Речь идёт о трансформаторном заводе, созданном на базе Украинского научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института трансформаторостроения (ПАО «ВИТ»), уходящего корнями во Всесоюзный институт трансформаторостроения.

«ВИТ» и ЗТР, к слову, находятся совсем рядом, фактически на одном земельном участке (первый — на ул. Днепровское шоссе, 11, а второй — на ул. Днепровское шоссе, 3), и вплоть до 2001 года были одним юридическим лицом, но в 2001 году «ВИТ» ушёл в самостоятельное плавание, а ЗТР даже просил[20] Фонд государственного имущества Украины и Совбез Украины признать незаконной приватизацию «ВИТ». «ВИТ» был[21] научным инженерным центром ЗТР и активно обменивался разработками с российскими производителями электрооборудования.

В 2010 году «ВИТ» вошёл в состав российской компании «Электрозавод» и стал называться «Электрозавод-ВИТ». Сам «Электрозавод» был создан на базе приватизированного Московского «Электрозавода» — первого в СССР трансформаторного завода, который создали ещё в 1928 году, но к тому моменту уже построившего с нуля трансформаторный завод в Уфе. В составе «Электрозавода» «ВИТ» работал вплоть до 2020 года. Тогда сам «Электрозавод» стал[22] частью АФК «Система», создавшей российский холдинг ERSO по производству и поставке электротехнического оборудования.

---

[19] Депутати Верховної Ради України виправляють свої законодавчі помилки. // ЗТР. 2019. URL: http://ztr.com.ua/ua/news?n_id=459

[20] Приватизацию Института трансформаторостроения просят признать незаконной. // «Коммерсант». 2006. 25 мая. URL: https://www.kommersant.ru/doc/1698316

[21] Разработки ОА «ВИТ» последних лет. «Тольяттинский трансформатор». 2005. URL: http://www.transformator.com.ru/docs/2005/doc/Гура%20Ю.Л.-%20Разработки%20ОАО%20ВИТ%20последних%20лет.pdf

[22] О компании. // ERSO. 2022. URL: https://erso.group/about/history/

«Электрозавод» провёл[23] реконструкцию опытно-экспериментального производства «ВИТ», чьи наработки стали внедряться на других предприятиях «Электрозавода». В Запорожье на средства «Электрозавода» был построены производственные мощности площадью 32,5 тыс. м^2 и годовой мощностью продукции свыше 17 миллионов кВА (киловольт-ампер) в год.

Благодаря покупке «ВИТ» «Электрозавод» смог начать производство в России мощных силовых трансформаторов на сверхвысокое напряжение 750 кВ, которые ранее выпускал ЗТР. Однако они у «Электрозавода» не подходящего для Украины класса напряжения — 750/500 кВ.

1 сентября 2022 года Высший антикоррупционный суд Украины конфисковал[24] 17 объектов недвижимости, а также доли в нескольких украинских фирмах, связанных с российской корпорацией АФК «Система», включая «ВИТ».

В общем, производители трансформаторов пригодных для Украины классов напряжения на территории самой Украины есть. У ЗТР и «ВИТ» были тесные связи с Россией, но под давлением политических обстоятельств они оказались разорваны, а сами предприятия вернулись в государственную собственность. Формально у них есть мощности и необходимые кадры для производства трансформаторов взамен сгоревших, однако, в лучшем для киевской власти случае, темпы производства будут невысокими: не больше 3–4 изделий примерно раз в полгода. И это в том случае, если в цеха заводов не прилетит очередная ракета или не окажется, что у изделий заводов есть какая-то критическая зависимость по оборудованию, которую будет трудно преодолеть, заместив один импорт другим.

Выводы

Украинской энергосистеме нанесён колоссальный ущерб, и — судя по тому, что удары наносятся примерно раз в неделю, чего хватает для разведки и оценки причинённых разрушений, — ущерб будет возрастать до тех пор, пока в Москве не решат остановиться. Когда наступит этот момент и что сможет его приблизить — неясно. Киев, в силу своей абсолютной несамостоятельности, изменить политику и вступить в реальные переговоры с Москвой не может, а прекращать обстрелы территории Запорожской АЭС и забрасывать на территорию России диверсионные группы для терактов на объектах энергетики не хочет. За неполных два месяца систематических ракетных ударов и обстрелов БПЛА «Герань-2»:

- сожжены десятки единиц сверхценных в текущих условиях трансформаторов в разных регионах страны;
- украинская энергосистема лишилась резервных мощностей и серьёзно упростилась, что снизило её устойчивость;
- объединённая энергетическая система Украины де-факто перестала быть объединённой и начала раскалываться на энергетические острова;
- исчерпаны запасы оборудования для ремонта повреждённых ОРУ и ПС;
- аварийным отключениям подверглись все АЭС;
- подконтрольная киевской власти территория перешла не просто от веерных к аварийным отключениям э/э, но, скорее, даже к режиму включений, и на ряде территорий э/э на 3-4 часа в сутки стала суровой реальностью.

---

[23] ЭЛЕКТРОЗАВОД. // tadviser.ru. 2022. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Электрозавод%2C_холдинговая_компания

[24] Суд на Украине конфисковал связанное с АФК «Система» имущество. 2022. 1 сентября. URL: https://ria.ru/20220901/evtushenkov-1813812286.html

Перечисленные выше пункты — общая ситуация по стране. Но часть территории постУкраины уже живёт в реальности блэкаута, последствия которого полностью преодолеть в текущих реалиях практически невозможно.

Преодолевать последствия принудительной деэлектирификации Украина будет вынуждена сама: в силу исторических особенностей функционирования энергетических систем ни одна из стран, столь активно поддерживающих Украину оружием и деньгами, не сможет стать поставщиком трансформаторов — важнейших для передачи э/э изделий. Классы напряжения в ЕС и США не совпадают с классами напряжения на территории Украины. В этом плане Украина оказалась, пожалуй, в уникальной ситуации, предопределённой фактором проведённой в советские годы индустриализации, для которой потребовалось создать энергосистему «на стероидах» с трансформаторами 750/330/110 кВ вместо привычных для ЕС 400/220 кВ.

Единственным регионом-донором трансформаторов для Украины может стать Прибалтика, в первую очередь Литва, однако даже если там есть трансформаторы пригодных для Украины классов напряжения, то их точно нет в таком количестве, которое позволило бы восстановить сколь-либо значимую часть украинской энергосистемы просто в силу несопоставимых размеров двух стран. К тому же доставка такого трансформатора — задача нетривиальная с логистической и инженерной точек зрения. В общем, на поставки силовых трансформаторов ультравысоких классов напряжения по гуманитарной линии Киеву точно не стоит рассчитывать.

Единственное, на что может рассчитывать официальный Киев, так это на мощности Запорожского трансформаторного завода, который в лучше годы не производил столь сложные и исполинские изделия десятками штук, да ещё в условиях, когда в цех может вновь прилететь ракета, способная уничтожить предприятие.

Следовательно, деэлектрификация Украины — это история даже не 6–9 месяцев, а, скорее всего, нескольких лет. И это при условии, что киевская власть проявит несвойственные ей чудеса управленческого мастерства и недюжинные организаторские способности, а Россия прекратит обстрелы. И это ещё без учёта времени, необходимого для восстановления, а в ряде случаев — полного обновления повреждённых подстанций: ПС «Киевская» строилась с 2012 по 2015 годы, а ПС «Кременская» — с 2017 по 2020 годы.

В лучшем для Киева случае украинская энергосистема будет жить в режиме не отключений, а включений э/э, когда бытовые потребители будут с э/э 3–4 часа в сутки, но э/э хватит объектам критической инфраструктуры. Впрочем, подобный расклад не отменяет того факта, что ряд территорий/городов/микрорайонов/домов будут со светом круглые сутки в силу особенностей перетоков э/э по сетям, что будет нервировать часть украинского общества.

Но, судя по частоте ударов, скорее всего, уже до начала нового 2023 года Украина будет жить в состоянии блэкаута, репетицией которого стали удары от 23 ноября, погрузившие часть страны во тьму. В таком случае единственным способом вернуть э/э в страну будет достижение политической договорённости с Россией как единственной державой, которая не только может прекратить обстрелы, но и поставить столь редкие трансформаторы. Но пока такие переговоры — на них Россия пойдёт лишь при условии реального выполнения Киевом целого букета жёстких политических требований — выглядят явно ненаучной фантастикой.

2050 СОНАР

Союз · Россия · Беларусь · Фабрика смыслов · Нарратив · Кооперация · Интеграция · Политэкономия · Идентичность · Будущее · Прогноз · Анализ · Обороноспособность · Наука и техника · Промышленность · Культура · Точки роста

«Научно-исследовательский центр проблем интеграции стран-участниц Евразийского экономического союза "Союзный нарратив 2050"»

Российская Федерация, 143180, Московская область, г. Звенигород, мкр. Пронина, д. 2, офис 12

Директор — Боков Василий Сергеевич. Тел.: 8-916-120-07-08. E-mail: vb@sonar2050.org

Шеф-редактор — Уралов Семён Сергеевич. Тел.: 8-916-215-72-02. E-mail: uralov@sonar2050.org

Глава аналитического бюро — Лизан Иван Юрьевич. Тел.: 8-999-714-12-40. E-mail: lizan@sonar2050.org