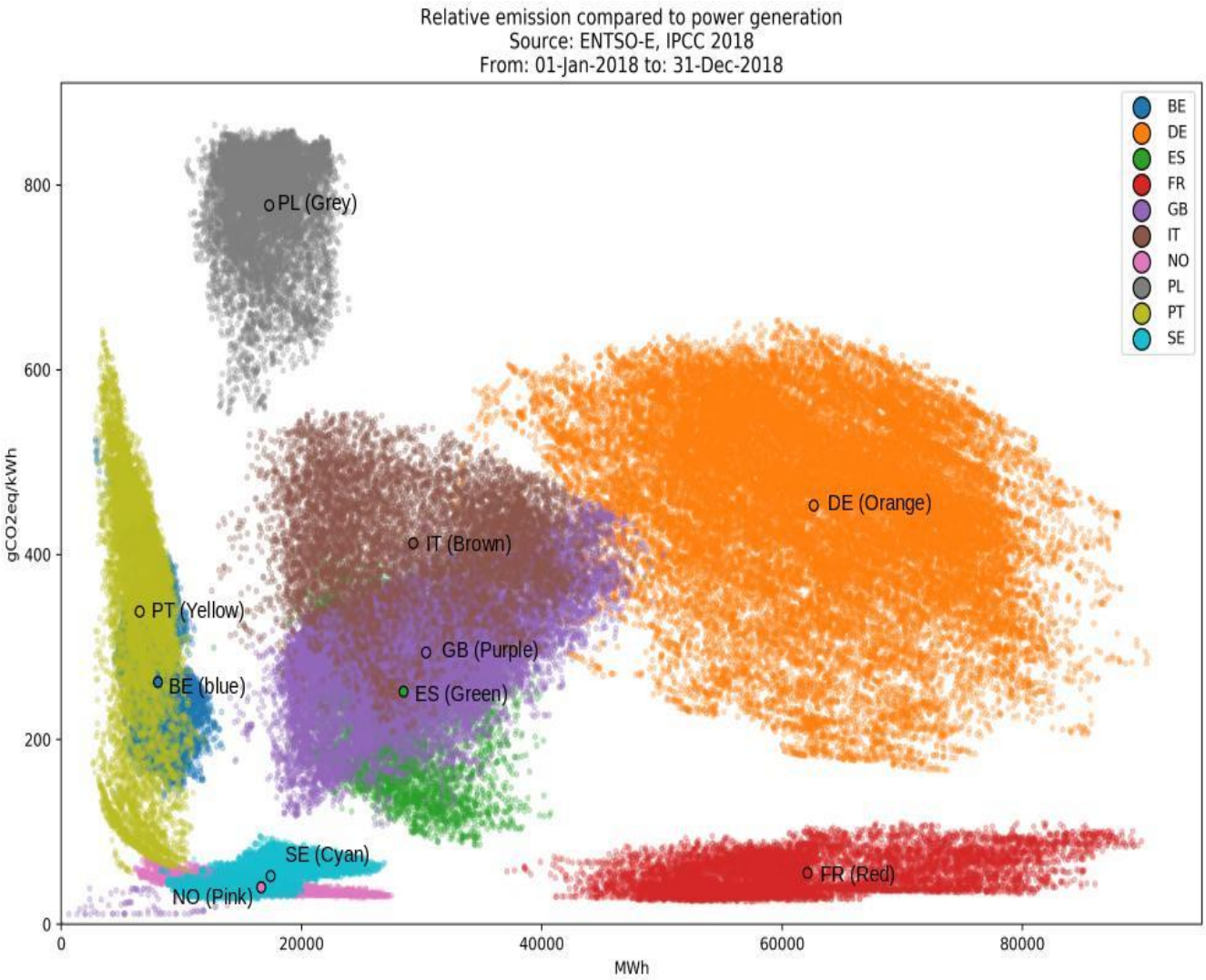
Курс «Энергетика умных территорий»

Приложение 2

Используя данные Ассоциации операторов энергетических систем Европы ENTSO-E, Сильвестр Юэ создал график, который наглядно показывает, во что обходится киловатт*час, измеренный в граммах углекислого газа, который образуется при генерации этого количества электроэнергии. По вертикали – именно этот показатель, по горизонтали – годовой объем генерации по всем десяти странам.

График 1: Относительный выброс по сравнению с выработкой электроэнергии (2018 год)



Здесь использованы следующие обозначения европейских государств: BE – Бельгия, DE – Германия, ES – Испания, FR – Франция, GB – Англия, IT – Италия, NO – Норвегия, PL – Польша, PT -Португалия, SE – Швеция.

Соответственно – чем ниже на графике находятся данные по той или иной стране, тем меньше углекислого газа образуется при генерации электроэнергии, тем более «зеленой» является страна с точки зрения постулатов Парижского соглашения по климату. Лучшие результаты из всех представленных государств с их энергетическими системами – у Норвегии и Швеции.

Розовое пятнышко в левом нижнем углу – это Норвегия с ее сотнями небольших ГЭС на горных речках, которые являются основой энергетической системы этой страны.

В Швеции ГЭС несколько меньше, но на территории этой страны имеется несколько АЭС, которые тоже не производят ни одного не то что грамма – миллиграмма углекислого газа. Антирекорд принадлежит Польше – серое пятно, расположенное на графике выше всех, что объясняется тем, что 80% генерации электроэнергии в этой стране приходится на долю угольных электростанций.

Энергетика Норвегии и Швеции на одном «полюсе», энергетика Польши – на другом, такие вот два антипода.

Но куда интереснее выглядят данные Португалии – они «размазаны по вертикали» настолько сильно, что не сразу удается понять, как у нее выбросы углекислого газа могут одновременно приближаться к результатам Норвегии и соревноваться с Польшей.

По данным Международного энергетического агентства, в 2018 году доля ВИЭ в Португалии в общем объеме выработки составила 52%. И именно это является причиной такого разброса данных по выбросам углекислого газа.

Нижняя часть данных по Португалии – это солнечные дни с ветром умеренной силы, когда эта страна может позволить себе отключение электростанций, работающих на ископаемом топливе.

А верхняя – это тучи на небе и штиль/ураган, не позволяющие эксплуатировать панели и ветряки, когда энергетики Португалии вынуждены выводить топливные электростанции на все 100% установленной мощности.

В итоге средняя величина выбросов углекислого газа составляет более 300 грамм на киловатт*час – это, повторимся, при том, что доля ВИЭ в генерации в прошлом году составила 52%. График, составленный Юэ, весьма нагляден – большая доля ВИЭ не спасает от выбросов углекислого газа. Может быть иначе? Да, конечно – в самой нижней части графика мы видим данные Франции (красное облако), и вот на них мы остановимся подробнее.

Разброс по вертикали практически отсутствует – количество углекислого газа при генерации электроэнергии практически одинаково и немногим выше результатов Норвегии и Швеции. «Все ясно – во Франции на ВИЭ приходится еще большее количество генерации электроэнергии, чем в Португалии!» – так звучит неправильный ответ, поскольку реальный топливный баланс энергетики Франции выглядят совершенно иначе. Доля ВИЭ в процентах – 17,96%, то есть значительно меньше, чем в Португалии. Панелей и ветряков – в разы меньше, но и выбросов углекислого газа меньше, и тоже в разы, и это отличный, лучший результат для энергосистемы страны, объем которой является вторым по величине в Евросоюзе после Германии.

За счет чего и как это оказалось возможным, «рассказывает» коричневый сектор диаграммы – доля атомных энергоблоков в общем балансе энергетической системы Франции по установленной мощности составляет 47,39%, в то время как такой же показатель в Португалии равен нулю. Нет в стране атомной энергетики – есть выбросы углекислого газа даже при большой доле ВИЭ. Есть в стране атомная энергетика – выбросы углекислого газа кратно меньше даже при небольшой доле ВИЭ.

Парадоксальным такой результат кажется только при поверхностном взгляде, при попытке забыть о том, что основное, неотъемлемое качество ВИЭ-энергетики – ее полная зависимость от погодных и климатических условий, от продолжительности солнечного дня в разные времена года. Юэ приводит и еще один инфографик – тоже в абсолютных числах, без перехода на проценты.

Причина – эти числа являются прямой и очень наглядной критикой европейской увлеченности ВИЭ. Давайте еще раз зафиксируем: установленная мощность АЭС Франции составляет 47,39% от всей установленной мощности энергосистемы страны, установленная мощность солнечных панелей и ветровых установок составляет 17,96%.

АЭС Франции в марте 2019 года выработали 70,15% от общего объема генерации электроэнергии, ВИЭ – 11,04%. То же самое другими словами: установленная мощность АЭС Франции больше установленной мощности ВИЭ в 2,7 раза, при этом количество энергии выработанной АЭС Франции больше количества энергии, выработанной ВИЭ в 6,35 раз.

Следовательно, в марте 2019 года АЭС Франции работали в 2,35 раза эффективнее, чем солнечные и ветровые электростанции. Именно таковы объективные данные, собранные отнюдь не работниками атомной отрасли, господин Юэ взял их из официального источника. Энергетика Франции обеспечивает «самую дешевую» электроэнергию, если в качестве единицы измерения стоимости брать углекислый газ. Доля ВИЭ и ГЭС в общем балансе установленной мощности – в пределах 25%, тепловые электростанции, которые сосредоточены в северных регионах страны, где они востребованы в силу климатических условий – 14% по установленной мощности и 7% по выработанной в марте 2019 года энергии.

Результат – цена энергии в граммах углекислого газа на киловатт во Франции совершенно стабильна, на графике разброс по вертикали минимален, а все значения не сильно превышают результаты Норвегии.

Середина графика Юэ – от Норвегии до Польши отличия невелики

На графике Юэ отмечены данные и Бельгии, Великобритании, Испании, Италии и Германии – как видите, данные всех этих стран по вертикали «размазаны» значительно больше, чем у Франции, но меньше, чем у Португалии.

Энергетические системы каждой из этих стран – нечто среднее между энергосистемами Португалии и Франции: доля ВИЭ меньше, чем в Португалии, доля атомной энергетики меньше, чем во Франции. Вывод напрашивается сам собой – если есть желание уменьшить и стабилизировать количество углекислого газа, вырабатываемого энергетическим сектором, необходимо наращивать долю атомной энергетики, а долю ВИЭ удерживать в пределах 25%.

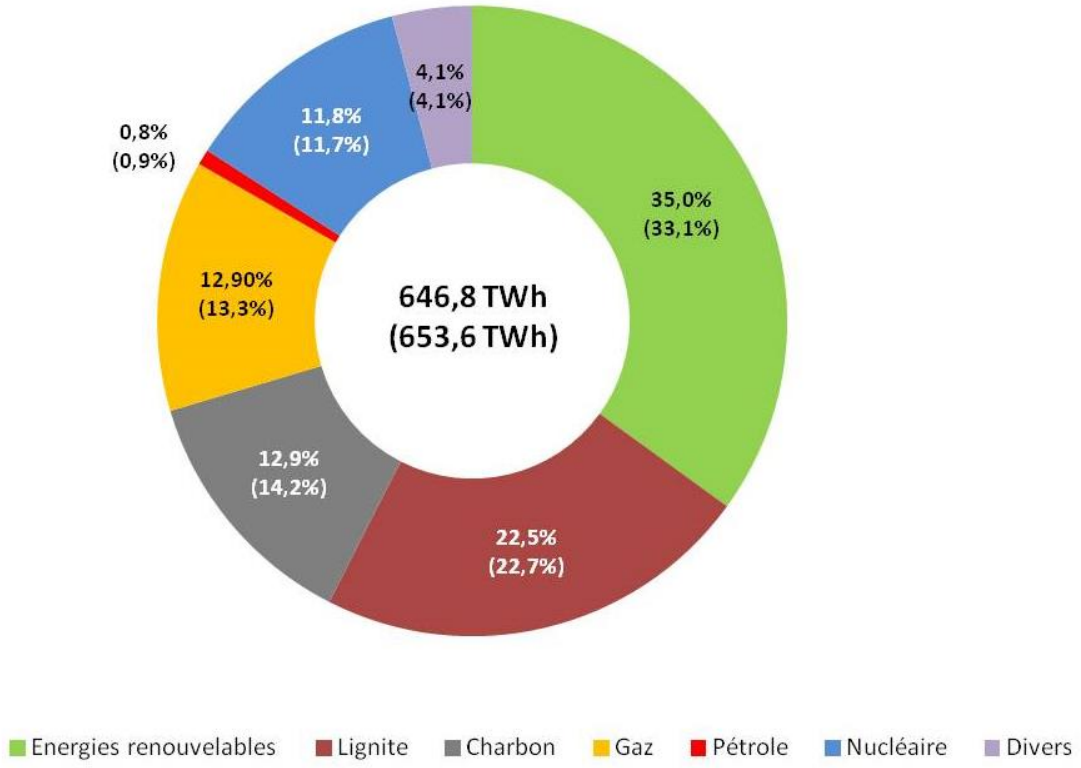
Поскольку Юэ, как и многие в Европе, крайне обеспокоен выбросами углекислого газа, обойтись без анализа ситуации, сложившейся в Германии, он не может – ведь по объему вырабатываемой энергии именно эта страна является европейским лидером. 800 грамм углекислого газа на 1 киловатт энергии в Польше – это грустно, но польская энергетика вырабатывает в разы меньше электроэнергии, чем Германия.

Среднее количество углекислого газа в энергетике Германии – 420 грамм на киловатт вырабатываемой энергии, в два раза меньше, чем в Польше, но киловаттов в Германии производится почти в четыре раза больше, то есть в абсолютных значениях углекислого газа энергетика Германии производит углекислого газа куда как большие количества, чем энергетика Польши.

Энергетика Германии – отдельный и непростой случай

Сильвестр Юэ в своей статье использует данные отчета за 2018 год *AG Energiebilanzen* на этой диаграмме – данные 2017 года.

График 2: Топливный баланс энергетики Германии, выработка электроэнергии (2017 г.)



На диаграмме присутствует еще и «хитрость», но несколько наивная – отдельно приведены данные по углю (carbon) и по лигниту (lignite). Однако лигнит – всего лишь еще одно название бурых углей энергетического класса, самых зольных и самых «грязных» по содержанию углекислого газа и прочих вредных веществ в выбросах.

Поэтому, если называть вещи своими именами, то на долю угольной генерации в Германии приходится 35,4%, кое-где все еще идет в ход топочный мазут – 0,8%, доля ВИЭ составляет 35%, на газовых электростанциях производится 12,9%, доля атомной энергетики – 11,8%. Разброс по углекислому газу от 200 грамм до 600 грамм на киловатт, среднее значение – 420 грамм.

Разброс в три раза – следствие малой доли атомной энергетики и излишне большой доли ВИЭ. Если внимательно всмотреться в цифры на диаграмме, то становится заметно, что в Германии очень неторопливо снижается доля угольной генерации и так же неспешно растет доля генерации газовой, но это уже хоть что-то – углекислого газа при сжигании природного газа образуется в разы меньше, чем при сжигании углей и, тем более, низкосортных бурых углей.

Возможно, такую ситуацию в энергетике Германии можно было бы считать относительно удовлетворительной, если бы не «проблема 2022 года». Партия «зеленых» в Германии уже много лет входит в состав правящей коалиции, и это ее стараниями Германия на законодательном уровне отказалась от атомной энергетики.

Все АЭС, которые пока продолжают здесь работать, в 2022 году должны быть окончательно остановлены, и в результате Германия лишится порядка 10% установленной мощностей генерации, причем генерации без углеродной. Каким будет результат, предсказать несложно – вертикальный разброс на графике Юэ станет еще более значительным, среднее количество углекислого газа на киловатт выработанной электроэнергии – еще больше.