

АЭС, ТЭС И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

А.А. Грудаков, Ю.А. Егоров, В.Е. Куклин, В.В. Лепихов,
Б.И. Нигматулин, А.Л. Суздалева (МПФ Атомэнергoproject, г. Москва)

The consequences for an environment of construction on the same industrial site NPP and HPP of an identical potency are compared. It is shown, that NPP has advantages.

ТЭС и АЭС – крупные энергетические объекты. Сооружение, эксплуатация таких объектов крупномасштабное воздействие на природное окружение, качество условий жизни людей. В условиях, когда сегодня состояние окружающей нас природной среды приходится оценивать как катастрофическое, когда необходимо срочно прилагать усилия к восстановлению окружающей среды, к восстановлению качества условий жизни населения хотя бы до состояния, близкого к «допромышленному», допустима реализация только экологически безопасной деятельности.

Экологически безопасная деятельность [1] – это деятельность не угрожающая отрицательными последствиями своей реализации ни природному окружению, ни качеству среды жизни населения. Сегодня есть, если не все, то почти все возможности любой вид человеческой деятельности сделать экологически безопасным. При реализации одних видов деятельности это достигается достаточно просто, других – это достигается с трудом или требует специальных разработок. Поэтому люди, выбирая между ТЭС и АЭС, должны, прежде всего, представлять и понимать, какие факторы воздействия на природное окружение, на условия их жизни сопровождают строительство и эксплуатацию ТЭС и АЭС, есть ли способы снизить эти воздействия, нивелировать их отрицательные последствия, довести воздействия до уровней, которые бы нас (людей) не беспокоили.

Под строительство ТЭС или АЭС отводятся земли, вырубается леса. изымаются из сельскохозяйственного производства пахотные земли, луга. изменяются русла рек, сооружаются искусственные водоемы, естественные водоемы меняют свой статус. Все это серьезные воздействия на естественную среду, меняющие структуру ландшафта, но и для ТЭС и для АЭС они одинаковы. ТЭС (кроме работающих на угле) и АЭС требуют для себя примерно одинаковых территорий и, сравнивая их между собой, можно сказать, что в плане использования земель, преобразования территорий они неотличимы. ТЭС и АЭС – объекты водопотребления и водоотведения. Потребность в технической воде (~50 м³/с на 1 ГВт (эл)) мощности, что для работающей ТЭС, что для работающей АЭС, примерно, одинакова. То есть ТЭС и АЭС как объекты водопотребления и водоотведения практически неотличимы.

Работа ТЭС сопровождается тепловым, химическим и радиационным воздействиями на окружающую природную среду. Такие же виды воздействия на окружающую среду сопровождают работу АЭС. На природное окру-

жение ТЭС и АЭС оказывают также воздействия, вызванные урбанизацией их регионов.

Тепловое воздействие ТЭС и АЭС на окружающую природную среду – это отвод избытков выработанного на электростанции тепла в атмосферу либо с помощью водоема-охладителя, либо с помощью градирен, либо с помощью того и другого. Поскольку КПД ТЭС и АЭС различаются мало, то и количество отводимого тепла практически одинаково. Последствия отвода тепла, например, в водоем-охладитель с ТЭС или АЭС достаточно хорошо изучены – водоем, превращаемый в водоем-охладитель, меняет свой экологический статус – уровень трофности его повышается. Практически все водоемы – охладители ТЭС и АЭС в средней Европейской России мезотрофные водоемы, иногда мезотрофные со следами эвтрофии [2].

Радиационные воздействия АЭС обусловлены выбросом и сбросом с АЭС радионуклидов, как газоаэрозольных отходов производственного цикла и как присутствующих (по той же причине) в жидких стоках. Радиационные воздействия АЭС нормируются. Допустимые радиационные воздействия устанавливаются для лиц из населения, исходя из принципа: человек наименее радиорезистентное звено биосферы, если он защищен, защищены и др. объекты природы (хотя воздействие на них по «размеру» может быть и больше, чем на человека). СП АЭС устанавливают как допустимое воздействие дозу за год, равную 25×10^{-5} Зв. По значению допустимое радиационное воздействие работающей АЭС незначимо. Такой будет дозовая нагрузка, если АЭС будет работать весь год с мощностью выброса, равной предельно допустимой (ПДВ), и допустимым сбросом радионуклидов (ДС) в водоем-охладитель (или др. водоем). Значение ПДВ для АЭС в средней России (в среднем) составляют, Бк/сут:

$$\text{РБГ} - \sim 3,3 \times 10^{15}$$

$$^{131}\text{I} - \sim 5 \times 10^9$$

$$\text{ДЖН} - \sim 5 \times 10^9,$$

а ДС разных нуклидов, рассчитанный, естественно, с учетом их накопления в экосистеме водоема, меняется от $\sim 10^8$ до нескольких единиц 10^{12} Бк/год. Реальная мощности выброса и активность сброса таковы, что дозовая нагрузка на лиц из населения не более 1% от допустимой, т.е. как бы дважды незначимая. Радиационные воздействия радионуклидов, накапливающихся в экосистеме водоема – охладителя АЭС заметно меньше 1%, т.е. многократно незначимы (если допустимо такое понятие) [3].

Радиационные воздействия ТЭС обусловлены выбросом в атмосферу естественных радионуклидов (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th и продукты их распада) с твердыми частицами и продуктами сгорания. Такие поступления в атмосферу возможны, если ТЭС работает на твердом топливе (каменный уголь, бурый уголь, сланцы, иногда торф) и в некоторых случаях – на мазуте (правда, в значительно меньших количествах). Радиационные воздействия ТЭС не нормируются; формируемая дозовая нагрузка выбросами ТЭС может быть несколько больше, чем выбросами АЭС, но никак не превышает незначимого значения: в среднем это до 3% допустимой для АЭС, т.е. остается также два-

жды незначимой. (Дозовая нагрузка выше при сжигании углей Донбасса, Кузбасса, Карагандинского бассейна и меньше при сжигании, например, Подмосковных углей). При работе ТЭС на мазуте дозовая нагрузка не более 0,1% допустимой для АЭС.

Таким образом, по радиационному воздействию ТЭС и АЭС не уступают друг другу: их радиационные воздействия малы и незначимы. Население, проживающее вблизи ТЭС или АЭС, абсолютно защищено от радиационных воздействий.

При работе АЭС в окружающую среду, естественно поступают химические вещества-загрязнители. Однако количества этих веществ таковы, что обычно АЭС не рассматривают как источник химических воздействий на окружающую среду и условия жизни людей. Во всяком случае, в регионах действующих АЭС не установлено сукцессий или др. неблагоприятий в природном окружении и условия жизни людей, инициированных химическими загрязнителями.

ТЭС на органическом топливе – основные поставщики химического загрязнителя в окружающую среду: на долю ТЭС в конце прошлого века приходилось более 30% загрязняющих атмосферу веществ [4]. Органическое топливо – это, в основном, каменный и бурый уголь, мазут, газ, а также сланцы и торф. Состав горючей массы этих топлив различен, но при сжигании топлива сгорают С, Н, О, N, S, причем, в следующих количествах, %: С – до 90, Н – до 10, О – до 30, N – до 2,5 и сера до 15% в сланцах и до 3% – в мазуте. В результате сгорания образуются: CO, CO₂, SO₂, NO_x. Минеральная составляющая твердых топлив ~ 70% массы, мазута – до 7 г/кг. Так что при сжигании 1 т угля, например, получают до 700 кг золы! Если оксиды углерода, азота и серы поступают с ТЭС в атмосферу, то зола в отвалы. Что такое зольные отвалы на ТЭС можно было совсем недавно видеть, например, на Прибалтийских ГРЭС в Эстонии!

Химические поступления ТЭС мощностью 1 ГВт (эл), а такая ТЭС – это 1/4, например, Курской или Балаковской АЭС, характеризуют данные табл. 1. Надо иметь в виду, что в список химических поступлений с ТЭС в атмосферу не вошли такие опасные вещества-канцерогены как бенз(а)пирен, диоксин. V₂O₅, а также другие, но это не значит, что их в выбросах ТЭС нет.

Таблица 1
Выброс в атмосферу химических веществ ТЭС на органическом топливе мощностью 1 ГВт (эл), 10⁶ кг/год [4]

Выброс	Газ	Мазут	Уголь
Количество сжигаемого топлива	1,9х10 ⁹ м ³ /год	1,6х10 ⁶ т/год	2,3х10 ⁶ т/год
SO _x	0,012	~ 50	140
NO _x	12,0	22	20
CO	незначительное	0,1	0,2
Твердые частицы	0,5	0,75	5,5
Минеральные частицы	незначительное	0,7	0,5

Среди основных выбрасываемых ТЭС оксидов наиболее токсичен диоксид серы SO_2 . SO_2 в чистом воздухе может существовать 15-20 суток, так что имеет возможность достаточно равномерно распределяться в приземной атмосфере Земли. В присутствии кислорода доокисляется до SO_3 и с водой образует серную кислоту. Последняя выпадает в кислотных (кислых) дождях, закисляет почву со всеми вытекающими отсюда последствиями. (Желтеющая в регионах АЭС ботва огурцов, например, в регионе Калининской АЭС последствия таких дождей, обусловленных работой в Тверской обл. ТЭС, например, Конаковской.)

Диоксид серы – один из тех химических загрязнителей атмосферы, предельно допустимая концентрация которого в приземной атмосфере для растений значительно ниже, чем для человека[5]. Поэтому обеспечение в регионе ТЭС ПДК SO_2 в атмосферном воздухе по санитарно-гигиеническому нормативам не обеспечивает защиту от поражения, например, древесных растений.

Оксиды азота также вещества более опасные для растительных организмов, чем для человека. Сказанное о SO_2 в значительной мере относится к оксидам азота. Обе эти группы химических соединений (SO_x , NO_x) относятся к тем не так уж многочисленным химическим соединениям, очистка промышленных выбросов от которых до настоящего времени не имеет удовлетворительного решения. И это тогда, когда специалистам ясно, что именно эти вещества должны быть удалены из выбросов ТЭС и др. производств.

Санитарно-гигиенический ПДК SO_2 в атмосфере (среднесуточный) составляет $0,05 \text{ мг/м}^3$. Измерения приземной концентрации диоксида серы в регионах малых ТЭС, сжигающих 200 – 600 т/час топлива с содержанием серы от 0,5 до 2,5% (выброс SO_2 составляет 2 – 12 т/час) с трубами высотой 100 – 150 м, показали, что разовая концентрация SO_2 регулярно превышает допустимую. Такой же результат получен в регионе крупной ГРЭС: разовая приземная концентрация превышает допустимую на расстоянии до ~ 10 км. По-видимому, это характерно для всех ТЭС, т.к. превышение разовых приземных концентраций SO_2 установлены в регионах Каширской, Черепецкой, Южно-Уральской, Южно-Кузбасской, Молдавской и др. ГРЭС. В регионе Молдавской ГРЭС с мокрой очисткой дымовых газов приземная концентрация SO_2 (разовая) превышает допустимую практически во всех случаях наблюдений практически при любой скорости ветра на расстоянии до 8 – 9 км (высота трубы 180 м). Превышение санитарно-гигиенических ПДК SO_2 в атмосфере на указанных территориях возможно в 2-4 раза, а ПДК для древесных растений – в 5-10 и более раз. Однако среднегодовые ПДК как санитарно-гигиенические, так и для древесных растений, по-видимому, не превышаются. По крайней мере, результаты расчета приземных концентраций (среднегодовых) SO_2 показывают, что это так. Иницированных выбросами SO_2 сукцессий в наземных экосистемах, например, в регионе Рязанской ГРЭС, не выявлено [6].

В 1998-1999 г.г. в регионе Смоленской АЭС проведены исследования, которые позволили заключить, что состояние региона после ~15 лет работы

АЭС вполне благоприятное и АЭС можно признать экологически безопасным объектом. Радиационные воздействия этой АЭС на население г. Десногорска не более 0,6-0,7% допустимого, не выявлено никаких последствий радиационных воздействий АЭС на природное окружение. Тепловое загрязнение искусственного водоема-охладителя изменило состояние его экосистемы, но то состояние, в котором экосистема пребывает сейчас, можно признать благополучным. Воздействия малого химического загрязнения не выявлены. Детальная информация о состоянии региона сейчас и ожидаемом (прогнозируемом) в 2010-2015 г.г. позволила рекомендовать сооружение в нескольких километрах от действующей АЭС Смоленскую АЭС-2.

В 1997 г. была рассмотрена возможность и целесообразность сооружения вместо Смоленской АЭС-2 Смоленской ТЭС, работающей на Канско-Ачинском каменном угле электрической мощностью 4,2 ГВт (6 энергоблоков). Предполагаемый расход угля 2000 т/час. Выход золошлака 230 т/час на 1 ГВт. ТЭС должна была бы иметь склад угля емкостью 1250 тыс. тонн с роторной перегрузочной машиной и разгрузочной эстакадой длиной 120 м. Под склад необходимо было отвести 20 га земли. При складе должно было работать размораживающее устройство производительностью 2000 т/час, дробильный корпус с производительностью 4000 т/час. Дымовые газы ТЭС предполагалось отводить через две трубы высотой 360 м. В ~15 км от ТЭС (ближе негде) нужно было оборудовать золошлакоотвал, способный еже часно принимать 4720 м³ золошлакопульпы, перекачиваемой с ТЭС по трубопроводам. Для складирования золошлака в течение 5 лет в виде штабеля высотой 12 м требуется площадь 100 га. Потребовалось бы вырубить на такой территории лес.

Кроме основного производства ТЭС должна была иметь растопочное хозяйство на мазуте с приемно-сливным устройством с фронтом 200 м, с мазутонасосной станцией производительностью 150 т/час и мазутоскладом (3х3000 м³).

Далее все то же, что и на Смоленской АЭС: береговые насосные, подводящий и отводящий каналы или градирни (как на Смоленской АЭС-2), железная дорога, ремонтные цеха и т.д. По сравнению с ТЭС Смоленская АЭС выглядит малым производством.

Выбросы Смоленской ТЭС составили бы:

SO₂ – (4-6)х10³т/год

NO_x – (1-3)х10³т/год

зола – (1-3)х10³т/год

добавим диоксин, бенз(а)пирен, V₂O₅ и ряд других токсикантов, количество которых оценить пока нельзя (зависит от типа котла, условий горения и пр.).

При розе ветров, близкой к круговой, и высоте выброса (с учетом перегрева выброса) 420 м разовые допустимые концентрации SO₂ и NO_x (действуют однонаправлено и поэтому меньше названных) будут систематически превышать среднегодовые, а для растительности – практически постоянно. Возможна гибель хвойных парцелл, угнетение широколиственных, и мелколиственных лесов. Выпадения на зеркало водоема-охладителя изменят

pH воды. ТЭС могла стать основным источником кислотных дождей в смоленско-калужском регионе. Признать такую ТЭС экологически безопасным объектом нельзя. (Детальных прогнозов и оценок последствий строительства и эксплуатации ТЭС не делали, так как простые оценки показали, что ничего хорошего не будет).

В теплоэнергетике введено понятие «относительной вредности» различных видов топлива (минимум 4 – газ, максимум 25 – мазут с 3,5% S). Канско-Ачинские угли – среднее по вредности топливо (относительная вредность 10-12), если предположить, что в первом приближении справедливо, что последствия эксплуатации ТЭС пропорциональны вредности топлива, то замена Канско-Ачинских углей газом снизит отрицательный эффект в 2,5-3 раза. Грубые оценки говорят, что ТЭС на газе по последствиям приближается к АЭС. По-видимому, ТЭС на газе может быть оценена как экологически безопасная. Однако сжигать сегодня газ на ТЭС (около 10^{10} м³/год) – варварство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров Ю.А. Обеспечение экологической безопасности человеческой деятельности – стратегическое направление стабильного и безопасного развития общества. – Региональная экология, 1999 г., №3 С. 12.
2. Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. Гидробиология водоемов– охладителей тепловых и атомных электростанций. – Киев: Наукова думка, 1991 г.
3. Егоров Ю.А., Тихомиров Ф.А. Современные экологические концепции ядерной энергетики. /Экология регионов атомных станций. Вып.1 – М.: ЯО СССР, 1994 г. С. 5.
4. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: "Недра", 1988 г.
5. Николаевский В.С., Николаевская Т.В. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растительности. – М.: ГК СССР по лесу, 1988 г.
6. Карабань Р.Т., Гаврилов Е.И., Гитарский М.Л., Глазов М.В. Исследования уровней загрязнения и состояния наземных экосистем в районе Рязанской ГРЭС. – Изв. Акад. Пром. Экологии, 1998 г., №4. С. 23.

ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ В ВУЗЕ

С.Б. Нарзулаев, Л.В. Капилевич, Г.П. Филиппов, М.Ф. Савченков,
С.В. Корниенко (Институт физической культуры, г.Томск)

Сегодня экологическое состояние территории России большинство специалистов оценивают как критическое. Несмотря на спад объемов произ-