

## РАЗДЕЛ III. ГЕОГРАФИЯ

УДК 502.5:621.311

**Брюхань А.Ф.**

ООО «ГрафПроектСтройИзыскания» (г. Щелково, Московская область)

### МАСШТАБЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ЛАНДШАФТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

**A.F. Bryukhan**

Limited Liability Company 'GrafProektStroyIziskaniya'  
(Shchelkovo, Moscow Region, Region)

#### SCALES OF TECHNOGENIC IMPACT OF THE THERMAL POWER PLANTS ON LANDSCAPE COMPONENTS

*Аннотация.* Для различных стадий жизненного цикла тепловых электростанций (ТЭС) выявлены масштабы техногенных воздействий ТЭС на ландшафтные компоненты. Установлено, что при штатном режиме эксплуатации ТЭС наибольший горизонтальный масштаб загрязнения характерен для атмосферы. В аварийных и чрезвычайных ситуациях максимальная протяженность зон загрязнения достигается при сбросе загрязненных сточных вод в реки или проточные водоемы, а также при загрязнении подземных вод. Отмечается, что масштабы техногенных воздействий определяются особенностями проектируемой ТЭС, генпланом размещения ее объектов и структурой ландшафтов территории.

*Ключевые слова:* техногенное воздействие, тепловая электростанция, загрязнение, природная среда, инженерно-экологические изыскания, ландшафт.

*Abstract.* For different stages of the life cycle of thermal power plants (TPPs), the scales of technogenic impacts of the TPPs on landscape components are elicited. It is found that in the case of routine TPP operation, the largest horizontal scale of contamination is typical of the atmosphere. In emergency situations the maximum size of the zones of contamination is reached when waste waters are discharged into rivers or flow reservoirs, as well as in cases of the groundwater pollution. It is noted that the scales of technogenic impacts stem from the design features of the TPP, the general plan of the TPP siting and the structure of landscapes of the territory.

*Key words:* technogenic impact, thermal power plant, pollution, environment, engineering surveying, landscape.

Действующими требованиями к производству инженерно-экологических изысканий для обоснования предпроектной и проектной документации различных этапов строительства тепловых электростанций (ТЭС) – нового строительства, реконструкции, вывода из эксплуатации, предусматриваются исследования различных ландшафтных компонентов в зонах техногенного воздействия (ЗТВ), относящихся к этим компонентам [7; 8]. При разработке программ геоэкологических исследований территорий размещения ТЭС в рамках инженерно-экологических изысканий необходимы предварительные данные о пространственных масштабах техногенных воздействий на ландшафтные компоненты [3; 14]. В процессе своей работы ТЭС оказывают многофакторное негативное воздействие на окружающую природ-

© Брюхань А.Ф., 2012.

ную среду. Основные механизмы такого воздействия включают:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- сброс химически загрязненных отработанных вод в поверхностные воды;
- загрязнение природной среды золошлаковыми отходами (угольными ТЭС);
- загрязнение и нарушение геологической среды;
- физическое (тепловое, радиационное, электромагнитное, акустическое) загрязнение ландшафтных компонентов;
- негативное воздействие на флору и фауну.

Согласно [3], ЗТВ понимается как территория вокруг промышленного (хозяйственного) объекта, в пределах которой возможно достоверное установление в процессе экологических исследований негативных изменений в ландшафтной оболочке, обусловленных многофакторным влиянием объекта. Поскольку в большинстве случаев наибольший масштаб воздействия касается атмосферы, этот масштаб и принимается в качестве масштаба ЗТВ. В работе [2] показывается возможность определения границ ЗТВ по данным спутниковых наблюдений за снежным покровом. Ареал загрязнений, вызванный воздействием ТЭС, характеризует комплексное загрязнение атмосферного воздуха, почвы, поверхностных вод и растительности. При этом конфигурация ЗТВ обусловлена не только количественными характеристиками техногенной нагрузки на окружающую среду, но также ландшафтными, климатическими, гидрологическими и другими особенностями территорий. Во избежание излишней детализации комплексных геоэкологических исследований территорий размещения ТЭС, а следовательно, и трудоемкости исследований и затрачиваемых средств на их проведение, важно оценить масштабы техногенных воздействий ТЭС на каждую компоненту техногенного ландшафта.

Принимая во внимание отмеченные выше механизмы комплексного воздействия ТЭС на ландшафтные компоненты, рассмотрим

масштабы техногенных воздействий на эти компоненты: атмосферу, поверхностные воды, геологическую среду (включая подземные воды), флору и фауну на основных стадиях жизненного цикла ТЭС. Масштабы воздействий на отдельные компоненты ландшафтов можно установить на основе результатов выполненных ранее инженерно-экологических изысканий на ряде объектов тепловой энергетики [3], а также на основе литературных источников [5; 9; 10, с. 13-17]. Масштабы техногенного воздействия ТЭС определяются особенностями проектируемой ТЭС, генпланом размещения ее объектов, а также структурой ландшафтов территории. Ниже рассматриваются масштабы техногенных воздействий ТЭС средней и большой мощности (более 300 МВт).

### **Строительство ТЭС**

**Атмосфера.** Загрязнение атмосферы происходит в результате выбросов сжигаемого топлива автотранспортом и строительной техникой, выполнения сварочных работ и неизбежного пыления, вызванного движением автотранспорта и строительными работами. В целом загрязнение атмосферы и опосредованное загрязнение других ландшафтных компонентов (почвы, поверхностных вод, растительного покрова) можно считать незначительным, а горизонтальный масштаб загрязнения можно принять соответствующим размерам площадки строительства (несколько километров). Вертикальный масштаб загрязнения атмосферного воздуха от наземных источников можно оценить в несколько десятков метров. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций, например, пожаров и взрывов, горизонтальный масштаб техногенного воздействия остается соответствующим размеру площадки. Вертикальный размер воздействия на атмосферу при чрезвычайных ситуациях составляет порядка 100 м.

**Поверхностные воды.** Масштабы техногенных воздействий на поверхностные воды существенно зависят от особенностей водных объектов и характера воздействий. Необходи-

димым элементом ТЭС является гидротехническая инфраструктура, создание которой может быть связано с крупномасштабными работами, например, строительством водохранилищ-охладителей, золошлакоотвалов и других объектов. Изменение рельефа местности в процессе строительных работ приводит к нарушению гидрологического режима бассейнов. Соответствующие горизонтальные масштабы техногенных воздействий соответствуют размерам водохранилищ или золошлакоотвалов и в большинстве случаев составляют 1-10 км. Вертикальный масштаб загрязнения поверхностных водных объектов соответствует их глубине (обычно десятки метров). Поскольку во многих случаях ТЭС сооружаются на берегах рек или проточных водохранилищ, то при аварийных сбросах загрязненных вод загрязнение может ощущаться на расстояниях в десятки и сотни километров вниз по течению рек.

**Почва.** Строительные работы на площадке ТЭС сопровождаются загрязнением и нарушением плодородного слоя почвы. Горизонтальный масштаб соответствует масштабу площадки ТЭС в совокупности с объектами гидротехнической инфраструктуры. Вертикальный масштаб соответствует масштабу мощности почвенного слоя (1 м). Такие же масштабы техногенных воздействий остаются при нештатных и аварийных ситуациях.

**Геологическая среда.** Строительство водохранилищ и золошлакоотвалов, рытье котлованов, буровзрывные и другие работы оказывают воздействие на геологическую среду с горизонтальными масштабами 1-10 км и вертикальными – в десятки метров. При аварийном загрязнении артезианских вод горизонтальная протяженность зоны загрязнения зависит от площади депрессионных воронок водозаборов и может достигать сотен километров [5]. Глубина зоны загрязнения артезианских вод может достигать сотен метров.

**Флора и фауна.** Подготовка территории для строительства объектов ТЭС влечет за собой отчуждение больших площадей земельных и лесных ресурсов, неизбежное на-

рушение гидрологического режима водных объектов. Эти факторы приводят к очевидно-му сокращению биоразнообразия и ухудшению условий существования флоры и фауны как на суше, так и в водной среде. Горизонтальный масштаб техногенного воздействия строительных работ на флору и фауну можно оценить в десятки километров, а вертикальный – в десятки метров (глубина водных объектов). В случаях аварийных сбросов загрязненных вод в реки масштабы воздействия на речные экосистемы такие же, как и при аварийном загрязнении речных вод.

### Эксплуатация ТЭС

**Атмосфера.** Загрязнение атмосферы происходит в результате выброса загрязняющих веществ из дымовых труб. Уровень загрязнения атмосферы определяется главным образом типом сжигаемого топлива (угля, торфа, сланцев, мазута, газа), технологией очистки выбросов, высотой дымовых труб, климатическими условиями атмосферной дисперсии, характером рельефа местности. Основные загрязняющие агенты включают окислы азота и серы, окись углерода, бенз(а)пирен, соединения тяжелых металлов, радионуклиды и другие токсичные вещества. Учитывая большое количество топлива, сжигаемого на мощных ТЭС, общий объем загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу, весьма значителен. Исследования процессов самоочищения атмосферы от твердых частиц показывают, что частицы размером более 10 мкм относительно быстро оседают на земную поверхность, в то время как частицы размером 4-10 мкм могут увлекаться дымом до высот более 1 км и перемещаться по горизонтали на расстояния в сотни и даже тысячи километров [6; 12; 15; 16]. Еще более мелкие частицы плохо осаждаются с дождевыми каплями и способны мигрировать в атмосфере годами [6]. Оседающие на земную поверхность частицы выбросов угольных ТЭС, содержащие большие количества тяжелых металлов, проникают в почву и в грунтовые воды, а также смываются в поверхностные воды [2; 17].

Несмотря на это обстоятельство, идентифицировать зоны загрязнения при дальнейшем переносе частиц выбросов крайне сложно и возможно лишь с помощью тонких химико-аналитических методов. Реально выявить горизонтальный масштаб загрязнения можно лишь в десятки километров. Именно такой масштаб загрязнения установлен в работе [1]. По данным климатического справочника [4], в зависимости от региона высота слоя перемешивания изменяется от нескольких сотен метров до 3 км. Отсюда следует, что вертикальный масштаб загрязнения атмосферы составляет 1 км. В случае залповых выбросов масштаб распространения загрязнений остается таким же, что и в штатном режиме работы ТЭС. На состояние атмосферы оказывают влияние не только дымовые трубы ТЭС, но и градирни, пароконденсатные факелы которых могут приводить к туманам и морозящим осадкам, распространяющимся на несколько километров. При неустойчивом состоянии атмосферы пароконденсатные факелы могут подниматься до высот облаков нижнего яруса – по меньшей мере, до 1-2 км.

**Поверхностные воды.** Химическое загрязнение водного бассейна происходит двумя путями – из-за сброса загрязненных сточных вод и в результате осаждения и вымывания атмосферными осадками взвешенных частиц, выбрасываемых из дымовых труб [3]. По данным работы [1] установлено, что горизонтальный масштаб загрязнения земной поверхности составляет десятки километров. Соответствующий горизонтальный масштаб имеет и зона загрязнения поверхностных вод. Помимо химического загрязнения водных объектов, происходит также их тепловое загрязнение при функционировании системы охлаждения. Совокупное химическое и тепловое загрязнения водоемов-охладителей приводит к деградации не только водных экосистем, но и самих водохранилищ [9; 13]. Хотя степень загрязнения поверхностных вод в период эксплуатации ТЭС выше, чем при их строительстве, масштабы техногенных воздействий остаются теми же, что и в период строительства. Среди чрезвычайных

ситуаций с серьезными экологическими последствиями необходимо отметить возможность прорыва дамб мокрых золошлакоотвалов [10], как это произошло в США в декабре 2008 г. на предприятии «TVA Kingston» по складированию угольной золы. В результате прорыва дамбы потоки шлама (смеси золы и воды) устремились в реки Эмори и Клинч бассейна р. Теннесси [11]. В подобных случаях аварийного сброса загрязненных вод горизонтальный масштаб загрязнения может достигать сотен километров. Вертикальный масштаб соответствует глубине водных объектов и составляет десятков метров.

**Почва.** Загрязнение почвенного покрова вокруг ТЭС происходит главным образом в результате упомянутого выше осаждения и вымывания из атмосферы взвешенных частиц, попадающих на земную поверхность. Горизонтальный масштаб загрязнения почв – десятки километров, вертикальный – порядка 1 м.

**Геологическая среда.** В период эксплуатации ТЭС геологическая среда, нарушенная при проведении строительных работ, находится в стационарном состоянии. Соответственно, масштабы воздействия на нее остаются прежними. Однако в случае проникновения вод мокрых золошлакоотвалов в водонесущие горизонты при нарушении герметичности ложа золошлакоотвалов может произойти катастрофическое загрязнение грунтовых и артезианских вод. Другие возможные причины загрязнения подземных вод – проливы мазута из топливных резервуаров, технологических растворов, нарушение технологии эксплуатации подземных вод.

**Флора и фауна.** Как уже отмечалось, загрязнение воздуха, поверхностных вод и почвы распространяется на десятки километров. Соответственно, на таких расстояниях от ТЭС происходит деградация лесов и почвы, влекущая за собой и деградацию фауны. Таким образом, горизонтальный масштаб техногенного воздействия ТЭС на флору и фауну составляет десятки километров, а вертикальный – десятки метров (для водных объектов). При аварийных сбросах загряз-

ненных вод в реки масштабы воздействия на речные экосистемы составляют сотни километров (горизонтальный) и десятки метров (вертикальный).

### Реконструкция ТЭС и вывод их из эксплуатации

С точки зрения воздействия на природную среду этапы реконструкции ТЭС и вывода их из эксплуатации принципиально мало отличаются от нового строительства ТЭС. При этом масштабы техногенных воздействий ТЭС остаются в основном такими же, что и на этапе нового строительства, а

интенсивность этих воздействий снижается. После вывода ТЭС из эксплуатации и проведения рекультивационных работ техногенный ландшафт существенно изменяется и приобретает новое равновесное состояние. Являясь результатом техногенного изменения исходного природного ландшафта, преобразованный ландшафт после вывода ТЭС из эксплуатации характеризуется более низким энергетическим уровнем, чем исходный.

### Обсуждение результатов

С учетом результатов предыдущих разделов в табл. 1 приведены масштабы техно-

Таблица 1

Масштабы техногенных воздействий ТЭС средней и большой мощности на ландшафтные компоненты на различных этапах жизненного цикла ТЭС

Ландшафтные компоненты	Масштабы техногенных воздействий			
	штатный режим		аварийная или чрезвычайная ситуация	
	горизонтальный масштаб, км	вертикальный масштаб, м	горизонтальный масштаб, км	вертикальный масштаб, м
1	2	3	4	5
<b>Строительство, реконструкция, вывод из эксплуатации</b>				
Атмосфера	1	10	1	100
Поверхностные воды	10	10	10 (100)*	10
Почва	10	1	10	1
Геологическая среда	10	10	100	100
Флора и фауна	10	10	10 (100)	10
<b>Эксплуатация</b>				
Атмосфера	10	1000	10	1000
Поверхностные воды	10	10	10 (100)	10
Почва	10	1	10	1
Геологическая среда	10	10	100	100
Флора и фауна	10	10	10 (100)	10

\* В скобках указан горизонтальный масштаб загрязнения вод в случае размещения ТЭС на берегах рек или проточных водоемов, а также для угольных ТЭС с мокрыми золошлакоотвалами.



генных воздействий ТЭС средней и большой мощности на ландшафтные компоненты на различных этапах жизненного цикла ТЭС.

Необходимо отметить, что еще большие горизонтальные масштабы техногенных воздействий формируют объекты электроэнергетической инфраструктуры, например, линии электропередачи (ЛЭП) и транспортные коммуникации для транспортировки топлива. Вклад этой инфраструктуры в загрязнение природной среды весьма значителен. Так, для прокладки ЛЭП отчуждаются огромные земельные и лесные ресурсы. По всей своей протяженности негативное воздействие ЛЭП ощущается на несколько километров поперек их направления. Многолетняя перевозка угля за тысячи километров железнодорожными составами оказывает очевидное негативное влияние на ландшафтные компоненты, по меньшей мере, на расстояния в сотни метров от железнодорожного полотна. Однако эти объекты инфраструктуры относятся к другим хозяйствующим субъектам, и в случае необходимости их влияние на природную среду исследуется отдельно от влияния ТЭС [1].

Наиболее подвижной и подверженной загрязнениям ландшафтной компонентой является атмосфера, и она в значительной степени влияет на загрязнение почвы и поверхностных вод, а также на деградацию биоты. Поэтому при штатном режиме эксплуатации ТЭС именно для атмосферы характерен наибольший масштаб загрязнения, обусловленный работой ТЭС. В аварийных и чрезвычайных ситуациях максимальный горизонтальный масштаб загрязнения достигается при сбросе загрязненных сточных вод в реки или проточные водоемы, а также в случае загрязнения подземных вод. Поэтому при определении масштабов ЗТВ следует исходить, в первую очередь, из этих обстоятельств.

### Заключение

1. На основе материалов выполненных ранее инженерно-экологических изысканий в районе размещения различных ТЭС и литературных данных установлены масштабы

техногенных воздействий ТЭС на ландшафтные компоненты для различных стадий жизненного цикла ТЭС.

2. Масштабы техногенных воздействий определяются особенностями проектируемой ТЭС, генпланом размещения ее объектов и структурой ландшафтов территории.

3. Установлено, что при штатном режиме эксплуатации ТЭС наибольший горизонтальный масштаб загрязнения характерен для атмосферы. В аварийных и чрезвычайных ситуациях максимальная протяженность зон загрязнения достигается при сбросе загрязненных сточных вод в реки или проточные водоемы, а также при загрязнении подземных вод.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Брюхань А.Ф. Зоны техногенного воздействия тепловых электростанций // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. Сер. «Естественные науки». – 2011. – Вып. 1. – С. 16-22.
2. Брюхань А.Ф. Оценка техногенного загрязнения ландшафтов выбросами тепловых электростанций по результатам снегомерной съемки // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. «Естественные науки». – 2010. – № 4. – С. 90-93.
3. Брюхань А.Ф., Брюхань Ф.Ф., Потапов А.Д. Инженерно-экологические изыскания для строительства тепловых электростанций. – М.: АСВ, 2010. – 192 с.
4. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие / Под ред. Э.Ю. Безуглой и М.Е. Берлянда. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 328 с.
5. Крайнов С.Р., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. – М.: Недра, 1987. – 235 с.
6. Рябчиков А.М. Самоочищение атмосферы от техногенных воздействий // Вестник Московского университета. Сер. «География». – 1971. – № 3. С. – 9-13.
7. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Минстрой России, 1997. – 44 с.
8. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М.: Госстрой России, 1997. – 41 с.
9. Суздалева А.Л., Безносков В.Н. Изменение гидрологической структуры водоемов при их

- превращении в водоемы-охладители атомной (тепловой) электростанции // Инженерная экология. – 2000. – № 2. – С. 47-55.
10. Coal Ash Impoundment. Four Corners Power Plant. // Project 091330. Final Report. – Centennial (CO), GEI Consultants Inc., 2009. –125 pp.
  11. Dewan S. Water Supplies Tested after Tennessee Spill // The New York Times. – 2008. – December 23.
  12. Fellenberg G. The Chemistry of Pollution. – Chichester (UK), John Wiley & Sons Ltd., 2000. 192 pp.
  13. Kane B., Julien P.Y. Specific Degradation of Watersheds // International Journal of Sediment Research. – 2007. – Vol. 22. – PP. 114-119.
  14. Kumar S., Rao D.N. Environmental Regulation and Production Efficiency: A Case Study of the Thermal Power Sector in India // Journal of Energy and Development. – 2003. – Vol. 29(1). – PP. 81-94.
  15. Mason B.J. Acid Rain. Its Causes and its Effects on Inland Waters // Science, Technology and Society Series. – Oxford: Clarendon Press, 1992. – 126 pp.
  16. Pacyna J.M., Semb A., Hanssen J.E. Emission and Long-Range Transport of Trace Elements in Europe // Tellus. – 1984. – Vol. 36B. – PP. 163-178.
  17. Stewart B.R., Daniels W.L., Zelazny L.W., Jackson M.L. Evaluation of Leachates from Coal Refuse Blended with Fly Ash at Different Rates // Journal of Environmental Quality. – 2001. – Vol. 30. – PP. 1382-1391.