

## РАЗДЕЛ III. ГЕОГРАФИЯ. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 502:624.131

**Брюхань А.Ф.**

ООО «ГрафПроектСтройИзыскания»  
(г. Щелково Московской области)

### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

**A. Bryukhan**

Limited Liability Company 'GrafProektStroyIziskaniya',  
Shchelkovo, Moscow Region

### GEOECOLOGICAL GENERALIZATION OF THE RESULTS OF ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SURVEY FOR THE CONSTRUCTION OF THERMAL POWER PLANTS

*Аннотация.* Тепловые электростанции (ТЭС) являются серьезным источником загрязнения природной среды, и их строительство и реконструкция предусматривают детальное геоэкологическое исследование территорий, прилегающих к ТЭС. Проведенные в последние годы инженерно-экологические изыскания на ряде территорий ТЭС позволяют построить парадигму соответствующих исследований. В статье обобщается опыт проведения инженерно-экологических изысканий для строительства и реконструкции ТЭС. Обсуждаются особенности воздействия на окружающую среду мобильных пиковых газотурбинных электростанций, работающих в режиме компенсации пиковых нагрузок в электрических сетях.

*Ключевые слова:* тепловая электростанция, геоэкология, техногенное воздействие, загрязнение, природная среда, ландшафт.

*Abstract.* Thermal power plants (TPPs) are a major source of environmental pollution. The construction and reconstruction of TPPs should be accompanied by a detailed geoecological investigation of the areas adjacent to the TPPs. Engineering and environmental surveys produced in recent years on a number of TPP areas make it possible to build up a paradigm of such investigations. The paper summarizes the experience of engineering and environmental surveying for the construction and reconstruction of TPPs. The features of the environmental impact of mobile peak gas-turbine power plants operating in a peak load compensation regime in the electrical networks are discussed.

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

Основным способом производства электроэнергии в России и в мире является ее генерация на тепловых электростанциях (ТЭС) [1; 21; 22] в результате сжигания угля, газа, мазута, горючих сланцев, торфа. Функционирование теплоэнергетической отрасли, вносящей наибольший вклад в загрязнение природной среды в масштабе страны, сопровождается значительными техногенными нагрузками и обуславливает серьезные экологические проблемы

---

© Брюхань А.Ф., 2012.

[15]. Техногенное воздействие ТЭС на природную среду и человека носит многофакторный характер, включающий загрязнение атмосферы, поверхностных вод, почв, геологической среды, а также тепловое, радиационное, акустическое, электромагнитное загрязнение [7]. Очевидные проблемы создают также складирование золошлаковых отходов, отчуждение земельных и лесных ресурсов.

Важным этапом предпроектных работ по экологическому обоснованию строительства ТЭС являются инженерно-экологические изыскания, предусмотренные строительными нормативами и правилами [16; 17]. Необходимость детальных исследований геоэкологического состояния территорий размещения ТЭС обусловлена: значительной ролью ТЭС в многофакторном загрязнении природной среды в зонах их техногенного воздействия; экологическими и социальными проблемами, связанными с загрязнением природной среды, вызванным ТЭС; потребностью в исходных данных о состоянии природно-техногенной системы «биотоп-ТЭС» для разработки предпроектной и проектной документации для строительства ТЭС.

Несмотря на важность задач по экологическому обоснованию строительства ТЭС, к настоящему времени сколь-нибудь серьезного опыта в геоэкологическом обобщении результатов инженерно-экологических изысканий для строительства ТЭС не накоплено. Это обстоятельство связано с рядом причин: низкими темпами теплоэнергетического строительства, деградацией проектных и изыскательских организаций отрасли, относительно недавним приобретением инженерно-экологическими изысканиями самостоятельного статуса изыскательских работ. Ниже приводятся некоторые результаты автора по геоэкологическому обобщению результатов инженерно-экологических изысканий для строительства ТЭС, полученные в 2005-2012 гг. в рамках изыскательских работ на различных объектах электроэнергетики.

## 1. Исходные данные

В настоящей работе использованы материалы инженерно-экологических изысканий на золоотвале Черепетской ГРЭС (Тульская обл.) [6; 8; 9], площадке Мордовской ГРЭС [5; 14], участке склада сухой золы ТЭЦ-22 АО «Мосэнерго» [7], площадках ряда мобильных пиковых газотурбинных электростанций (МПГТЭС) [10], площадке ТЭС Михайловского горно-обогатительного комбината (Курская обл.) [20], площадке Нижегородской АЭС [2]. Исследованные площадки ТЭС/АЭС отмечены на рис. 1, площадки МПГТЭС – на рис. 2.

Материалы изыскательских работ включали результаты полевых измерений, отбора проб компонентов природной среды, лабораторных анализов проб, которые затем обобщались в виде соответствующих отчетов. Проведенные в последние годы изыскательские работы на указанных площадках позволяют предложить парадигму соответствующих геоэкологических исследований. Необходимость построения такой парадигмы вытекает из анализа современного состояния геоэкологической изученности территорий, прилегающих к ТЭС, механизмов загрязнения ландшафтных оболочек этих территорий, а также достигнутого опыта инженерно-экологических изысканий на территориях размещения ТЭС.

## 2. ТЭС и окружающая природная среда

Вклад ТЭС в мировое производство электроэнергии составляет 64,5 %, а в Российской Федерации – 67,7 %. Лидирующие позиции тепловой энергетики в общем производстве электроэнергии в России, несомненно, сохранятся и в обозримой перспективе и поэтому ее будущее будет в первую очередь зависеть от обеспечения допустимого уровня воздействия ТЭС на окружающую среду. Годовое потребление топлива тепловыми электростанциями в России (включая районные котельные) составляет приблизительно 243



Рис. 1. Площадки ТЭС/АЭС



Рис. 2. Площадки МПГТЭС

млн. т условного топлива, из них угля – 72 млн. т, газа – 150 млн. т, мазута и других видов топлива – 21 млн. т [12]. Несмотря на то обстоятельство, что угля сжигается меньше, чем природного газа (в переводе на условное топливо), именно уголь определяет основные экологические проблемы. Однако, учитывая экономические факторы, в перспективе предполагается изменение структуры топлива российских ТЭС в пользу угля [12].

Рассматривая работу ТЭС, можно выделить следующие основные механизмы загрязнения природной среды и воздействия на нее со стороны объектов теплоэнергетики: выбросы загрязняющих агентов в атмосферу в виде пыли, зольных частиц, окислов серы, азота и углерода; сброс химически загрязненных отработанных вод в поверхностные воды; общее загрязнение природной среды золошлаковыми отходами угольных ТЭС; физическое загрязнение ландшафтных оболочек (тепловое, радиационное, электромагнитное, шумовое); негативные воздействия на биоту. Необходимые исходные данные для экологического обоснования размещения ТЭС и разработки проектной документации, включая разработку средств инженерной защиты от перечисленных воздействий, обеспечиваются комплексными инженерными изысканиями.

### **3. Зоны техногенного воздействия ТЭС и обоснование территорий геоэкологических исследований**

В процессе инженерно-экологических изысканий обычно исследованию подвергается территория зоны влияния объекта, в пределах которой концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе превышают 5 % от предельно допустимых максимальных разовых концентраций. Учитывая многофакторный и более масштабный характер загрязнения природной среды, производимого ТЭС, представляется более естественным исследовать территорию, совпадающую с зоной техногенного воздей-

ствия (ЗТВ) ТЭС. 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.

Таким образом, производство инженерно-экологических изысканий в пределах ЗТВ дает более адекватную картину геоэкологического состояния природной среды, чем в пределах зоны влияния [4]. Так, например, загрязнение рек можно обнаружить в десятках километров вниз по течению от места сброса, а при аварийных сбросах – и в сотнях километров. Отметим, что определение границ ЗТВ перед выполнением инженерно-экологических изысканий практически невозможно, можно лишь предполагать по данным объектов-аналогов, что горизонтальный масштаб ЗТВ составляет десятки километров. При этом конфигурация ЗТВ обусловлена не только количественными характеристиками техногенной нагрузки на окружающую среду, но также ландшафтными, климатическими, гидрологическими и другими особенностями территории.

ТЭС представляет собой крупный промышленный объект, в значительной мере влияющий не только на экологическую обстановку близлежащей территории, но и имеющий важное социальное значение. Поэтому при выполнении инженерно-экологических изысканий необходимо рассматривать гораздо большую территорию, выходящую за пределы формально определяемой ЗТВ. Следовательно, территория исследования должна быть протяженнее ЗТВ и представлять собой территорию административного района или группы районов [14]. Такой выбор территории исследования оправдан еще и тем обстоятельством, что статистические данные о природно-хозяйственном и социальном состоянии территории обычно относятся к административным районам.

#### **4. Инженерно-экологические изыскания на объектах тепловой энергетики**

Факторы воздействий ТЭС определяют высокие уровни техногенных нагрузок на окружающую природную среду. Это обстоятельство вынуждает проводить детальное изучение соответствующих природных и техногенных условий и их учет практически на всех этапах жизненного цикла ТЭС. Учет природных и техногенных условий производится как в рамках инженерных изысканий, так и при реализации экологического мониторинга. Учет природных и техногенных условий территорий размещения объектов необходим, в частности, для разработки экологически безопасных промышленных технологий очистки выбросов и сточных вод, а также оптимального складирования твердых отходов. Таким образом, в условиях современного общества все большую актуальность приобретает тенденция ужесточения требований к «экологизации» строительной деятельности в тепловой энергетике и эксплуатации ее объектов. Специфика упомянутых выше нормативно-технических документов [16; 17] заключается в том, что они носят заостренный на экологические вопросы характер, вследствие чего могут служить базой для «экологизации» строительства.

Остановимся на результатах, полученных при участии автора в процессе реализации инженерно-экологических изыскательских работ на площадке упомянутых выше энергетических объектов. Необходимым этапом инженерно-экологических изыскательских работ является анализ экологической изученности и описание состояния компонентов природной среды по фондовым и литературным данным. Для получения комплексной картины состояния природной среды использовались материалы выполненных ранее инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий, а также фондовые и литературные данные. В результате анализа этих материалов были составлены комплексные характеристики природных усло-

вий районов размещения перечисленных ТЭС, включающие описание климатических, геоморфологических, гидрологических, геологических, гидрогеологических условий, почвенного покрова, растительного и животного мира, хозяйственного использования территории, социальной сферы, объектов историко-культурного наследия, заповедников, заказников и памятников природы.

В ходе полевых исследований отбирались пробы почвы (гумусового и переходного горизонтов), почвообразующей породы, грунта, золы, поверхностных вод, снега, донных отложений, растительности (стеблей и корней растений, грибов), рыбы. Программой полевых работ предусматривались также газогеохимические исследования, гамма-съемка и исследование радоноопасности. Полевые работы проводились Производственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИС) и ООО «Тэпизыскания». При выборе точек отбора проб и полевых измерений учитывались характер рельефа, среднегодовая роза ветров, положение водных объектов, геологическое строение территорий, расположение населенных пунктов и дорожных коммуникаций.

Пробы подвергались многоэлементному химическому анализу и специальным анализам на содержание ртути, бенз(а)пирена и нефтепродуктов. Химический анализ снеговых проб позволил оценить интенсивность осаждения различных загрязняющих веществ на земную поверхность. По результатам микробиологического и паразитологического исследования проб почвы, грунта и донных отложений оценивалось биологическое загрязнение территорий. С помощью анализа на радиоактивность в пробах почвы, золы, донных отложений определялось содержание естественных радионуклидов (ЕРН) и цезия-137. Лабораторные исследования на различных этапах изыскательских работ проводились в ВИМС им. Н.М. Федоровского, Московском государственном геологоразведочном университете, Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, ООО

«Эко-Дизайн Инжиниринг», РИЦ «Курчатовский институт», ФГУП «НИИВодГео», ГИЦ «Институт биофизики» и территориальных организациях Роспотребнадзора.

По результатам инженерно-экологических изысканий получена комплексная характеристика современного геоэкологического состояния исследуемых территорий, получены количественные оценки уровня загрязнений и установлена пригодность территорий для намечаемых строительных работ. Кроме того, выполнены прогнозные оценки возможных неблагоприятных изменений природной и техногенной среды при строительстве и эксплуатации объектов. Эти оценки обеспечили разработку рекомендаций и предложений по предотвращению и снижению последствий строительных работ и эксплуатации объектов. Основные рекомендации и предложения предусматривают:

- использование технологий рекультивации почвы после проведения строительных работ;
- оснащение энергоблоков парогазовыми установками с высоким КПД (для Мордовской ГРЭС);
- использование технологий, обеспечивающих уменьшение выбросов окислов азота;
- использование технологий, снижающих безвозвратные потери воды и уменьшающих сбросы засоленных и загрязненных вод;
- разработку технологий, исключающих залповые выбросы и сбросы загрязняющих веществ;
- обеспечение контроля за экологическими и санитарными ограничениями по использованию химически и биологически загрязненных грунтов при их использовании в строительных работах;
- использование строительных материалов с активностью ЕРН, не превышающей нормативного уровня;
- проведение радиационного контроля помещений при производстве строительных работ;
- использование опробованных ранее технологий консервации отработанных золоотвалов (для Черепетской ГРЭС);

– уменьшение объема складированных золошлаковых отходов путем организации производства строительных материалов (для Черепетской ГРЭС);

– организацию системы локального экологического мониторинга.

Результаты, полученные в рамках геоэкологических исследований территорий размещения ТЭС, позволили также предложить схему ранжирования факторов воздействий ТЭС на человека и компоненты природной среды, т. е. построить последовательность приоритетов по учету этих факторов при разработке соответствующих средств инженерной защиты и природоохранных мероприятий [7]. При обосновании выбора площадок АЭС требованиями нормативных документов предусмотрено детальное изучение климатических условий атмосферной дисперсии [18; 19]. Однако, несмотря на значительно большую опасность рассеивания выбросов из дымовых труб ТЭС по сравнению с воздействием АЭС, должного внимания исследованию атмосферной дисперсии на площадках ТЭС не уделяется. В действующих ведомственных строительных нормах [11] данный вопрос хотя и поднимается, но детально не рассматривается. В работе [2] описывается процедура исследований атмосферной дисперсии для строительства АЭС и ТЭС и даются рекомендации по проведению аналогичных исследований на площадках ТЭС. В частности, в работе [2] описан разработанный при участии автора пакет компьютерных программ статистической обработки аэрологических данных и расчета полей коэффициента метеорологического разбавления.

## **5. Экологическое обоснование строительства мобильных пиковых газотурбинных электростанций (МПГТЭС)**

Одной из важных проблем энергосистем России является перегруженность электрических сетей и подстанций. В качестве временного источника дополнительных мощностей до окончания строительства новых электростанций и реконструкции существующих

ющих используются мобильные электростанции. Работа мобильных электростанций предусматривает в первую очередь снабжение электроэнергией жилых домов и предприятий в осенне-зимний период и в пиковое время суток (в утренние и вечерние часы). Нормативная годовая продолжительность работы (МППГЭС) не превышает 150 часов.

МППГЭС успешно эксплуатируются более чем в 40 странах [13], в том числе и в России [10], где размещены 10 МППГЭС (по состоянию на начало 2011 г.). Для оснащения МППГЭС в большинстве случаев используется оборудование компании Pratt & Whitney Power Systems. Несмотря на свою сравнительно небольшую мощность (обычно 22.5, 45.0 или 67.5 МВт), МППГЭС, так же как и традиционные ТЭС, тоже вносят свой вклад в загрязнение окружающей среды. При этом негативное воздействие МППГЭС становится более очевидным, если рассматривать количественные характеристики загрязнения, производимые МППГЭС при выработке 1 кВтч электроэнергии. Таким образом, МППГЭС являются серьезными источниками загрязнения и техногенных нагрузок на окружающую природную среду и поэтому вынуждают проводить детальную оценку их негативного воздействия при строительстве и эксплуатации МППГЭС.

Результаты оценки экологичности проектов строительства пяти МППГЭС – в г. Пушкино (Московская обл.), пос. Рублево (г. Москва), г. Кызыл (Республика Тыва), г. Саяногорск (Республика Хакасия), г. Кодинск (Красноярский край), полученные при участии автора, позволили выявить основные особенности воздействия МППГЭС на природную среду, которые полезно использовать при разработке ОВОС и проектов строительства новых МППГЭС. В частности установлено, что наиболее значимые воздействия МППГЭС касаются загрязнения атмосферного воздуха и акустического загрязнения. Другие воздействия (загрязнение почвы, нарушение геологической среды и захламление ее твердыми отходами, тепловое,

электромагнитное загрязнение) можно отнести к второстепенным.

Проведенное комплексное исследование геоэкологического состояния территорий размещения ряда тепловых электростанций позволило построить концептуальную схему производства инженерно-экологических изысканий для объектов тепловой энергетики. По результатам инженерно-экологических изысканий выявлены особенности геоэкологического состояния исследованных территорий, получены количественные оценки уровня загрязнений, установлена пригодность территорий для намечаемых строительных работ. Выполненные прогнозные оценки возможных неблагоприятных изменений природной и техногенной среды при строительстве и эксплуатации ТЭС обеспечили разработку рекомендаций и предложений по предотвращению и снижению последствий строительных работ и эксплуатации объектов. В том числе установлена последовательность приоритетов по учету негативных факторов воздействий ТЭС на человека и компоненты природной среды при разработке соответствующих средств инженерной защиты и природоохранных мероприятий. А результаты оценки экологичности проектов строительства МППГЭС в различных регионах России позволили установить, что наиболее значимые воздействия МППГЭС относятся к загрязнению атмосферного воздуха и акустическому загрязнению. Другие виды воздействий можно отнести к второстепенным.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. 80 лет развития энергетики. От плана ГОЭЛРО к реконструкции РАО «ЕЭС России». – М.: АО «Информэнерго», 2000. – 528 с.
2. Алдухов О.А., Брюхань А.Ф. Пакет программ статистической обработки аэрологических данных для оценки условий атмосферной дисперсии при геоэкологическом обосновании строительства АЭС и ТЭС // Вестник МГСУ. – 2012. – № 2. – С. 188-192.
3. Брюхань А.Ф. Зоны техногенного воздействия тепловых электростанций // Вестник РГУ им. И. Канта. Сер. «Естественные науки». – 2011. – Вып. 1. – С. 16-22.

4. Брюхань А.Ф. Масштабы техногенного воздействия тепловых электростанций на ландшафтные компоненты // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. «Естественные науки». – 2012. – № 3. – С. 74-80.
5. Брюхань А.Ф. Оценка загрязнения почвы в районе площадки Мордовской ГРЭС // 3-и Денисовские чтения. – М.: МГСУ, 2005. – С. 46-49.
6. 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.
7. Брюхань А.Ф., Брюхань Ф.Ф., Потапов А.Д. Инженерно-экологические изыскания для строительства тепловых электростанций. – М.: АСВ, 2010. – 192 с.
8. Брюхань А.Ф., Брюхань Ф.Ф., Хацкевич А.Н. Исследование многокомпонентного загрязнения природной среды при инженерно-экологических изысканиях в районе золоотвала Черепетской ГРЭС // Промышленное и гражданское строительство. – 2005. – № 4. – С. 23-24.
9. Брюхань А.Ф., Маликов А.В., Хныкин И.А. Аккумуляция загрязняющих веществ в биоте от техногенного воздействия Черепетской ГРЭС // Вестник МГСУ. – 2009. – № 3. – С. 75-79.
10. Брюхань А.Ф., Черемкина Е.А. Мобильные пиковые газотурбинные электростанции и окружающая среда. – М.: Изд-во Форум, 2011. – 128 с.
11. ВСН 34 72.111-92. Ведомственные строительные нормы. Инженерные изыскания для проектирования тепловых электрических станций. – М.: Минтопэнерго РФ, 1992. – 121 с.
12. Гаврилов Е.И. Экологические проблемы энергетики // Сб. докладов научной конференции «Электроэнергетика России на рубеже XXI века и перспективы ее развития». – М.: ЭНИН, 1999. – С. 213-223.
13. Полушкин Р.В. Мобильная помощь уместается в грузовике // Энергия России. – 2006. – № 28 (239). – С. 2.
14. Потапов А.Д., Руженков В.В., Брюхань А.Ф. Оценка геоэкологического состояния ландшафтов территории размещения Мордовской ГРЭС в рамках комплексных инженерных изысканий. // Экология урбанизированных территорий. – 2006. – № 3. – С. 52-55.
15. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. Учебное и справочное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 671 с.
16. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Минстрой России, 1997. – 44 с.
17. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М.: Госстрой России, 1997. – 41 с.
18. СППНАЭ-87. Сводный перечень и план разработки правил и норм в области атомной энергетики. П. 4.1. Основные требования по составу и объему изысканий и исследований при выборе пункта и площадки АС. – М.: Минатомэнерго СССР, 1987. – 93 с.
19. Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting: A Safety Guide // IAEA Safety series. No 50-SG-S3. – Vienna: IAEA, 1980. – 108 p.
20. Bryukhan A.F. Preliminary Assessment of the Environmental Impact of the Planned Construction of the Mikhailovsky Mining Enterprise's Thermal Power Plant // Materials of the 2nd International Research and Practice Conference «European Science and Technology». Vol. 2. – Wiesbaden (Germany), 2012. – P. 193-198.
21. International Energy Annual 2002. – Washington: Energy Information Administration, 2004. – 258 p.
22. WEC Survey of Energy Resources. – London: World Energy Council, 2001. – 310 p.