

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 — ГЕОГРАФИЯ

Том 86, 1995

ANNUAIRE DE L'UNIVERSITE DE SOFIA „ST. KLIMENT OHRIDSKI“

FACULTE DE GEOLOGIE ET GEOGRAPHIE

Livre 2 — GEOGRAPHIE

Tome 86, 1995

ЕКОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКАТА В ИЗТОЧНА ЕВРОПА

МАРИН РУСЕВ

Катедра по социално-икономическа география

*Марин Русев. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ВОСТОЧНОЙ
ЕВРОПЫ*

Ухудшение экологической обстановки в следствии работы ТЭС вызвало поиск альтернативных вариантов энергетического обеспечения хозяйства стран Восточной Европы и стало предпосылкой развития ядерной энергетики. Конец 80-х гг. ознаменовал поворот в ядерных стратегиях стран региона. Энергия атома, несомненно, перспективна. Однако, все еще проблемы, связанные с ее освоением, остаются достаточно острыми, исключая ее значительное расширение в близком будущем. Уменьшение нагрузки на природу энергетическим объектом возможно благодаря росту эффективности использования энергии в короткосрочной перспективе, дополняемой применением возобновимых видов в долгосрочной.

Ключевые слова: экологическая обстановка, экологический фактор; территориальная организация; ядерный цикл; послереакторный эшелон; энергетическое давление; возобновляемые виды энергии; новые источники энергии; энергоэффективность.

*Marin Roussev. ECOLOGICAL ASPECTS OF ELECTRIC POWER GENERATION IN EAST-
ERN EUROPE*

The aggravation of the ecological situation as a result of the functioning of thermal power stations, brought about a search for alternative energy-providing variants for the economies of the countries of Eastern Europe, and it is most essential prerequisite for the development of nuclear energetics. The late 80-ies are characterized by a turn in the nuclear strategies of the countries from the region. Undoubtedly, nuclear energy has some future in store. However, the problems connected with getting it under control are still acute enough, thus preventing its significant development in the near future. A reduction of the energy pressure on Nature is possible to achieve through increase of the energy using effectiveness in a short-term period, as well as through the use of restorable kinds of energy in the long run.

Key words: ecological situation; ecological factor; territorial organization; nuclear cycle; post reactor echelon; energy pressure; restorable kinds of energy; new energy sources; energy effectiveness.

Цел на настоящата разработка е да се разгледа състоянието на електропроизводството в Източна Европа, особено териториалната организация и факторите, влияещи върху разположението на отрасъла. Главно внимание се отделя на все по-изразителните обективни и субективни проявления на екологичния фактор. Анализира се екологичната алтернативност на ТЕЦ, АЕЦ, ВЕЦ и новите източници в енергийния баланс на региона.

Електроенергетиката е стопански отрасъл, отличаващ се с голяма географичност — концентрация и многовариантност в териториалната организация на производството, повсеместност на потреблението и силно въздействие върху природната среда.

Съвременната териториална организация на електропроизводството в страните от Източна Европа е формирана под влиянието на три главни фактора — горива, потребление и транспорт. Напоследък все по-силно влияние върху развитието на отрасъла оказват екологичните аспекти на функционирането му.

Основен производител на електроенергия са топлоелектрическите централи (ТЕЦ). Изборът на гориво зависи главно от спецификата на националните доказани запаси и стойността на вноса. Над 90 % от електроенергията, произведена в ТЕЦ, в Полша, Чехия и Словакия е на базата на черни и кафяви въглища. В южната група страни от региона основен вид твърдо гориво са нискокачествените въглища, изгарянето на които е ефективно в котлите на мощни ТЕЦ. На територията на бившия СССР въглищата дават около половината от произведената електроенергия (Х р у щ е в, 1990).

За периода 1951—1983 година енергопотреблението в страните от региона нарасна почти 5 пъти. Делът им в световното потребление на енергоресурси достигна 25–27 % (Л а в р о в, С д а с ю к, 1985). Нарастването на промишленото производство и общественото потребление обуслови необходимостта от производствена концентрация в електропроизводството. Високата концентрация на мощностите в ТЕЦ, работещи на въглища, подобрява икономическите им характеристики, но предизвиква редица неблагоприятни последици за природата и здравето на човека. В Полша например 46 % от замърсяването на въздуха е свързано с функционирането на въглищни ТЕЦ (Т а р н о в с к и й, 1989).

С изключение на някои от републиките в ОНД и Румъния страните от региона имат малки запаси от нефт и природен газ и над 90 % са зависимо

от техния внос. В края на 80-те години около 60 % от електроенергията в Румъния се произвежда на базата на нефт и газ, в СССР — 25–30 %, България — 15–20 %, а в Полша, ЧСФР и Унгария — 5–10 %. Енергийните кризи през 70-те години предизвикват на Запад съществено увеличение на енергийната ефективност. В същото време благодарение защитата на централизираните планови системи страните от Източна Европа твърде бавно се

Таблица 1

Енергоефективност в страните на Европа в края на 80-те години

Страна	Енергоемкост на националния доход (млр. Y на 1 млн. долара СОП)	Разходи на електроенергия за производство на 1 доллар пром. продукция (kWh)
Албания	38 700	2,15
СССР	35 800	2,04
България	27 500	1,68
Румъния	25 200	1,42
Полша	22 100	1,19
ГДР	19 300	1,13
ЧСФР	18 200	1,07
Нидерландия	15 700	0,65
Унгария	15 500	0,99
Гърция	15 400	1,25
Ирландия	15 400	1,32
Великобритания	12 900	0,55
Португалия	12 600	1,02
Югославия	12 300	1,09
Белгия	11 500	0,66
Норвегия	11 000	1,17
ФРГ	10 100	0,58
Дания	9900	0,53
Италия	9700	0,64
Испания	9200	0,74
Франция	7800	0,68
Швейцария	6200	0,46

Източници: Ежегодный бюллетень европейской статистики ООН, Нью-Йорк, 1991; Energy Statistics Yearbook, UN, NY, 1988.

преориентират към намаляване на нефтената зависимост на своите стопанства. Продажбата на съветски нефт и газ на източноевропейските съюзици е основана на особена "пълзяща" система на ценообразуване с коригиране на цените през 5 години. По същество това законсервира ниската енергоефективност на страните от региона и отсрочи кризата с 10 години. В края на 80-те години те заемат последните места в Европа по този показател (табл. 1).

Ако през 70-те и 80-те години себестойността на горивата и величината на запасите им са главните фактори, влияещи върху териториалната организация и структурата на електропроизводството, то днес на социално-икономическата сцена се появява нов императив — съхраняване на природното равновесие. Въпросите, свързани с опазване на средата, започват да се отчитат едва през последните няколко години. Екологичните лимити в отрасъла се проявяват в три главни направления — горива, технологии и териториално разположение.

В решаване на проблемите на атмосферното замърсяване съществен принос има централизацията на ТЕЦ. Обаче при използване на нискокачествени въглища общият екологичен ефект от концентрацията им е относително малък. Затова повечето големи градски централи се преориентират към по-чисти и висококалорични горива. По тази причина повечето ТЕЦ в Москва и Санкт Петербург работят на нискосернисти въглища и мазут. На газомазутно гориво вече работят всички електроцентрали в София. Съображения от екологичен характер довеждат до използването на мазут и природен газ в много урбанизирани територии на Източна Европа, даже в случаите на 100 % им внос.

Енергийната криза, Чернобилската авария и други конюнктурни процеси поражда надежди за "ренесанс на въглищата". Но докато не бъде постигнат прогрес в технологиите за "чисто" изгаряне, използването им за електропроизводствени цели ще се ограничава. С усъвършенстване на технологиите по дълбочинна преработка на нефта мазутът става все по-неизгоден за изгаряне ресурс. Неговото използване днес е ефективно единствено от екологична гледна точка. Природният газ е също екологично привлекателен вид гориво. Обаче за повечето от страните в региона неговият внос се оказва твърде скъп и засега приложението му не е голямо. Например от 1988 г. ТЕЦ на Кремиковския металургичен комбинат работи изцяло на природен газ, но това значително повишава производствените разходи (Т а р н о в с к и й, 1989).

Големи възможности за подобряване на екологичната ситуация в някои райони дават технологичните нововъведения в традиционното оборудване на ТЕЦ и пречиствателните инсталации. Технологично възможното отделяне на пепел, серни и азотни оксиди чрез филтри достига висок относителен дял, но е все още недостатъчно, за да реши кардинално проблемите със замърсяването на въздуха. Успех може да се очаква само при внедряване на многокомпонентни филтри и утилизация на вредните вещества.

Така благодарение на въведената пречиствателна апаратура на ТЕЦ "Тушимице—2" (Чехия) започва производството на сярна киселина (Т а р н о в с к и й, 1989).

Влошаването на екологичната обстановка вследствие функционирането на ТЕЦ предизвиква търсене на алтернативни варианти за енергийно обезпечаване на стопанството на страните от региона и е екологична предпоставка за развитието на ядрената енергетика. Например приетата през 70-те години в Чехословакия ядрена програма дава възможност да се прекрати по-нататъшното строителство на класически въглищни ТЕЦ. Тази тенденция се забелязва и в световен мащаб (табл. 2).

В първите етапи от развитието на ядрената енергетика теоретико-методологичните постановки за нейното функциониране се свеждат до акцентирание върху благоприятните предпоставки, необходимостта и редицата нейни преимущества в сравнение с конвенционалните начини за електропроизводство. Първоначално тези доводи се възприемат като убедителни и достатъчни. От икономическа гледна точка АЕЦ използват във висша степен транспортабилно гориво. Това осигурява мобилност на тяхното разполагане в райони с напрегнат енергиен баланс. При правилна експлоатация АЕЦ са по-чисти, отколкото ТЕЦ. Те изискват хиляди пъти по-малко въздух за разреждане на изхвърляните вещества до допустимата концентрация (фиг. 1). Освен това радиоактивният фон, създаван от ТЕЦ, в редица случаи е аналогичен или по-голям, отколкото от АЕЦ. Функционирането на атомните станции не води до топлинен ефект.

Т а б л и ц а 2

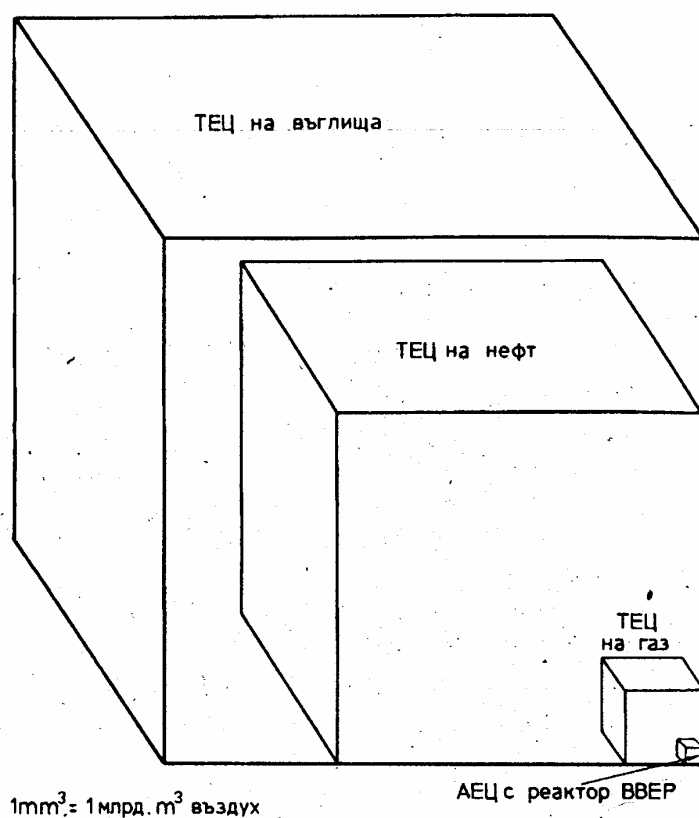
Гориво, заменено от ядрената енергетика — исторически преглед (1973—1987)

Регион	Нефт, млрд. барела	Газ, трилиона фута ^{3*}	Въглища, млн. t
В света	11,7	15,0	1500
Северна Америка	4,0	32	750
Западна Европа	4,7	5,3	273
СССР и Източна Европа	1,0	4,4	212

*1 фут³ = 0,028 m³

Източник: Бюлетенъ МАГАТЭ, 1990, No 1.

Въпреки споменатите значителни предимства АЕЦ поставят и много въпроси от социално-икономически характер. Главните доводи на противниците на ядрената енергетика акцентират върху реалната заплаха за природата и населението, която създават ядрените обекти. На преимуществата те противопоставят своята гледна точка. Топлинното замърсяване при АЕЦ е средно с 50 % по-голямо, отколкото при ТЕЦ. Съществени са до-

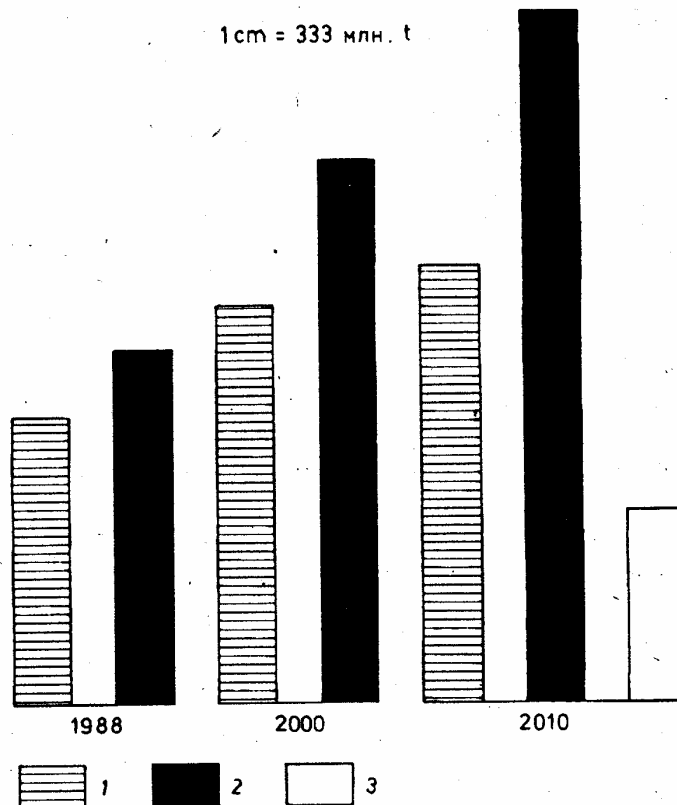


Фиг. 1. Обем на въздуха, необходим за понижаване съдържанието на вредни емисии от топлоелектрически и атомноелектрически централи с мощност 1000 MWt до пределно допустимата концентрация (по данни на Информационный бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии, 1992, No 4)

Fig. 1. Volume of the air necessary for reduction of the contents of harmful emissions from 1000 MWt thermal and nuclear power stations to the admissible limit of concentration (Source: Информационный бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии, 1992, No 4)

пълнителните разходи, свързани с използването на водните ресурси и пасивното изземане на земи в санитарните зони. Даже когато е налице безп-рагово въздействие на радиацията върху живото вещество, дискуссионен е въпросът за степента на опасност при "нормално", но продължително изх-върляне на радиоактивни вещества.

До пролетта на 1986 г. се смята, че техническата безопасност на ядрените съоръжения е висока и те могат да бъдат разполагани във всеки район, където има свободна земя, достатъчно вода и немного голяма гъстота на населението. Преките и косвените загуби от Чернобилската авария обаче показват, че ядрената енергетика е значително по-скъпа, отколкото изглежда първоначално. Наличието на редица преимущества на АЕЦ се оказват недостатъчни, за да ги смятаме за безвредни. Същевременно според



Фиг. 2. Предполагаеми емисии на въглероден диоксид при производството на електроенергия в Европа (в случай на премахване на атомните централи), млн.т. годишно (по данни на Информационный бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии, 1991, No 6)
 1 — действителни емисии; 2 — емисии без атомни станции; 3 — емисии при удвояване мощностите на атомните станции

Fig. 2. Presumable emissions of carbon dioxide during electric power generation in Europe (in case nuclear power stations should be abolished), million tons per year (Source: Информационный бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии, 1991, No 6)
 1 — real emission; 2 — emissions without nuclear power stations; 3 — emissions by double power of the nuclear power stations

руския географ О.И.Тарновски (1989) възможностите за повишаване екологичната ефективност при производството на ядрена енергия са много големи, отколкото при ТЕЦ (фиг. 2).

Без да отрича съществуващото приблизително равновесие за или против АЕЦ и ТЕЦ, авторът на настоящото изследване разглежда още по-детайлна гледна точка — степента на екологизация не само на АЕЦ като едно от звената на ядрения цикъл, а на всички негови звена. Такъв по-силно географски ориентиран аспект на ядрената екологична тематика доказва актуалността на многоаспектността на проблема, създава нови пред-

стави за същността и ролята на екологичния фактор на фона на традиционните фактори за териториална организация на електроенергетиката.

Екологичните аспекти на първите ешелони от ядрения енергопроизводствен цикъл (добив, обогатяване на урановата руда и производство на гориво за АЕЦ) са свързани с разсейването на радионуклеиди в процеса на разработката на урановите находища, добива и транспортирането на уранов концентрат и производството на топлоотделящи елементи. Всички тези сложни операции са изключително енергоемки и скъпи, крайно опасни и неекологични. При добива, дробенето и обогатяването на урановата руда се натрупват купища обработена руда, основно ситен пясък, примесен с природни нуклеиди. Особено опасен е прахът, който лесно се пренася от вятъра, заразява полетата и водоемите и създава опасна доза облъчване на населението за стотици години напред. В България например над 60 % от урана се извлича от първокласни обработваеми земи (След три години..., 1992).

Специфичен и характерен само за ядрената енергетика е т.нар. следреакторен ешелон — радиохимическата преработка, съхраняването и погребването на радиоактивните отпадъци от АЕЦ и другите ядрени предприятия. Един експертски блок милионник "произвежда" около 60 t високоактивни отпадъци годишно (К у р к и н, 1990). Независимо от изключително високата си цена радиохимическите заводи не решават напълно проблемите по тяхната дезактивация и утилизация. Уязвимо място в теорията е непредсказуемото влияние на радиоактивните отпадъци върху геоложката среда и взаимодействието с мигриращата грунтова вода при погребването им в земните недра. Твърде опасно по своите последици е и изхвърлянето им на дъното на океана. Налага се изводът, че единствено търсенето на технологии за пълна утилизация на радиоактивните отпадъци може да бъде екологично удовлетворяващо решение на този глобален проблем.

На радиоактивно заразяване се подлага всеки предмет, влязъл в съприкосновение с енергоносителите или отпадъците — здания, апаратура, транспортни средства, които след определено време сами по себе си се превръщат в радиоактивни източници и на свой ред изискват щателно погребване. По всяка вероятност да се демонтира АЕЦ ще се окаже много по-сложно и по-скъпо, отколкото да се построи, тъй като обемът на отпадъците при снемането на реактор от експлоатация е от такъв порядък, както и при неговата експлоатация в продължение на 25 години (Атомная техника..., 1987). По изчисления на западни специалисти ако разходите на енергия за строителството на АЕЦ през 1975 г. съставляват 10 % от обема електроенергия, изработен на тази АЕЦ, то в наше време те вече достигат 20 %. Не по-малко ще са нужни и при нейния демонтаж.

Интерес представлява влиянието на екологичния фактор върху транспортните операции, които свързват ешелоните на ядрения цикъл. С най-висока степен на опасност се отличава транспортирането в последния ешелон поради високата токсичност на плутония. Трябва да се има предвид, че транспортирането на радиоактивни материали е значителна заплаха за окол-

ната среда даже ако не възникне авария. Може да се твърди, че транспортът разширява действието на екологичния фактор от локално на регионално ниво и превръща точковия характер на въздействие на ядрените обекти върху средата в "линейноивичеста" заплаха в регионален мащаб.

Теориите за териториално разположение на АЕЦ до неотдавна се базират на ресурсно-икономическите представи, формирани в началото на века, когато относително неголеми ТЕЦ са строени непосредствено там, където има вода, гориво и потребител (К а з а к о в, Я к у ш е в а, 1990). В повечето случаи строителството им се осъществява без необходимата екологична експертиза. При строителството на АЕЦ в България например не са взети под внимание възможните аварийни ситуации. Разстоянието им до жилищните комплекси при АЕЦ "Козлодуй" е по-малко от 3 km, а при АЕЦ "Белене" — около 4 km (Energy..., 1991). В гъсто населен район е разположена Запорожската АЕЦ (Украйна), в сеизмично неустойчив — Арменската. На територията на бившия СССР повечето АЕЦ се намират на запад от р. Волга, където гъстотата на населението е твърде голяма. Някои от тях са разположени в изключително уязвими от екологична гледна точка места, например в горните течения на реките. Типични примери за грубо игнориране на екологичните лимити при избора на площадки за АЕЦ се наблюдават в Украйна, където почти цялата територия е неблагоприятна за разполагането на такива обекти. Освен голямата гъстота на населението територията на Украйна се отличава с голям биоклиматичен потенциал, активни карстови процеси и ускорено техногенно повишаване на нивото на грунтовите води.

Чернобилската авария кардинално повлиява върху енергийните стратегии на много страни в света. За разлика от западните държави в Източна Европа плановете за ядрено развитие са поставени под съмнение едва в края на 80-те години. Прекратено е строителството на Минската АЕЦ. След земетресението през 1989 г. е прекратена работата на Арменската АЕЦ. След 22-годишна експлоатация през 1990 г. е спрян Втори блок на Нововоронежската АЕЦ (Русия). Особено остра дискусия предизвиква строителството на Кримската и Одеската АЕЦ (Украйна). След детайлни анализи на екологичните последици през 1989 г. е прието решение за спиране на тяхното строителство. Прекратено е също съоръжаването на Краснодарската (Русия), Грузинската и третия блок на Игналинската АЕЦ (Литва). Спорен остава въпросът за целесъобразността от строителството на няколко руски АЕЦ — Татарската, Башкирската и Южноуралската. Тяхното строителство засега временно е прекратено.

Краят на 80-те години е свързан със завой в ядрените стратегии и на другите страни от Източна Европа. Под натиска на общественото мнение в България е прекратено разширяването на АЕЦ "Козлодуй" и строителството на втора АЕЦ в Белене. Въпреки трудностите в електроснабдяването през 1989 г. е спряно строителството на първата АЕЦ в Румъния (Черна вода). Спорна остава издигнатата в началото на 80-те години идея за строителството на АЕЦ в Източна Чехия. През 1990 г. не е осъществен плано-

вият пуск на АЕЦ "Жарновец" в Полша, а нейното строителство е прекратено. Нереални се оказват ядрените планове на Полша, които предвиждат започване на строителство на АЕЦ в района на Гданск през 1992 г., Шльонск – през 1996 г., в района на Варшава — през 1998 г., в района на Краков — през 2000 г. Главна причина е неспособността на полското стопанство да реализира проект с такава технологична сложност на нужното безопасно ниво. От използването на ядрена енергия се отказват Албания, Естония, Латвия и Молдова (Бюлетень..., 1991). Като цяло днес страните от Източна Европа не са в състояние да осигурят средства за нови технологии, които да гарантират пълна безопасност на ядрените съоръжения.

Все по-често се обсъжда въпросът за целесъобразността от съоръжаване на нови ядрени станции под земята. Академик Сахаров определя такова технологично решение като кардинално, постигащо практически пълна безопасност при всевъзможни аварийни ситуации. Стойността на строителството в този случай нараства, но се намаляват разходите за топлофициране на АЕЦ и ликвидация на амортизираните реактори. Изчисленията показват, че скалните маси са стотици пъти по-надеждни при дълбочина на залагането на реакторите над 50 m в сравнение с железобетонната защита при наземно разположение (табл. 3).

Да се дискутират ядрените щандортни теории и да се препоръчват екологично безопасни варианти в териториалното разположение на отделните ешелони от ядрения цикъл в наше време вече не е възможно без внедряването на нови технологични решения на всички стадии от производството на ядрена енергия. В частност производството на електроенергия в АЕЦ в перспектива трябва да се разглежда само при съоръжаване на станции от нов тип, оборудвани с високоефективни защитни устройства, които автоматично да изключват ядрените реактори при аварийни ситуации. Нужни са нови технически подходи, например замената на водата в качеството на охладител с течен натрий, който има по-висока точка на кипене и много по-добра способност да поглъща резки, неочаквани топлинни вълни. Високата стойност на бъдещите технологични подходи в ядрената енергетика ще принуди страните от региона да решават дилемата на избора между известен риск от радиация и известен икономически риск, т.е. между реактори, доказали своята икономическа рентабилност, но с голям аварийен потенциал, и реактори с повишена безопасност, но с недостатъчен експлоатационен стаж. В двата случая електроенергията ще е скъпоструваща, но въглицата и нефтът едва ли ще станат по-евтини.

АЕЦ безспорно имат бъдеще, като се има предвид очакваното нарастване на потреблението, засилване на борбата с парниковия ефект, изтощаване на първичните енергоресурси. Нарастващите нужди от екологично чиста и икономически достъпна енергия принуждават човечеството да търси оптимални пътища към използването на ядрената енергия. Обаче все още техническите, икономическите и политическите проблеми в страните от Из-

Таблица 3

Изхвърляне на радиоактивни вещества при хипотетична авария на АЕЦ реактори ВВЕР - 440
(за първите два часа)

Характер на аварията	Тип разположение	Радионуклеид	Изхвърляне Ки	Изхвърляне/ норма*	
Съхранение на проектната херметичност изтичане на 1 % от обема в денонощие	надземно	^{131}J	75 000	2,5	
		^{137}Cs	1000	0,33	
	подземно	^{131}J	$5 \cdot 10^{-3}$	10^{-7}	
		^{137}Cs	$5 \cdot 10^{-7}$	10^{-10}	
Разрушаване на защитните системи	надземно	a — разхерметизация на защитната обвивка	^{131}J	$1,5 \cdot 10^6$	50
			^{137}Cs	$20 \cdot 10^3$	6,6
	b — разрушение на защитната обвивка	^{131}J	$40 \cdot 10^6$	1300	
		^{137}Cs	$3 \cdot 10^6$	1000	
	подземно (разрушаване херметизацията на реакторното отделение)	^{131}J	5000	0,16	
		^{137}Cs	5	0,002	

*Норма ^{131}J —30 000, Ки ^{137}Cs —3000 Ки

Източник: Информационный бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии, 1991, № 6.

точна Европа, свързани с овладяването на енергията на атома, са достатъчно остри и изключват нейното значително разширение в близко бъдеще.

Главен фактор за намаляване енергийния натиск върху природата е увеличаване ролята на възобновимите видове енергия. На тях се падат около 21 % от световното потребление на енергия, в т.ч. 15 % е делът на енергията, получена от биомаса, и 6 % — на хидроенергията (Шеа, 1989). По силата на разнообразни обстоятелства в Източна Европа е формирано друго съотношение — тук по-голямо развитие получава хидроенергията, а биоенергията има символично значение.

Водоелектрическите централи (ВЕЦ) са много ефективни източници на електроенергия. Те използват възобновими ресурси, отличават се с простота на управлението и много висок КПД (над 80 %). ВЕЦ произвеждат по-евтина електроенергия, отколкото ТЕЦ. Използването на хидроенергийните ресурси е особено ценно при покриване на върховите електронатоварвания. Освен това при строителството на ВЕЦ се предполага комплексно решаване на редица хидротехнически задачи. На базата на ВЕЦ се формират промишлени комплекси, които се специализират в енергоемки производства. Сред явните предимства на ВЕЦ особено се отличава отсъствието на атмосферно замърсяване.

В последно време се извършва преоценка на критериите, които характеризират комплексната ефективност на ВЕЦ. Преди всичко тя е свързана с преоценка на екологичните последици. Специалистите все по-аргументирано се изказват против целесъобразността от наводняването на плодородни земи. В европейската част на бившия СССР например от водохранилищата на ВЕЦ са залети около 12 % от посевните площи (Я н ш и н, М е л у а, 1991). Под водата са останали стотици населени места, паметници на културата, находища на полезни изкопаеми.

Изменението на водното ниво във водохранилищата става не по природни закони, а по команда от диспечера. Колебанията на параметрите, които определят условията за обитаване на организмите, се извършва скокообразно в разрез с жизнените цикли. Масата на синьо-зелените водорасли на отделни места превишава допустимото, намалява се кислородното съдържание, отделят се токсични вещества, измира рибата, водата става непригодна за стопански цели. Специалистите твърдят, че в зависимост от типа на грунта, скоростта на водообмена и интензивността на замърсяването от промишлени обекти превишаването на екологоемкостта на водоема протича за около 30–60 години.

Язовирните стени променят температурния и кислородния режим и надолу по течението, изменят съотношението между водната и крайбрежната биота, нанасят големи загуби на рибното стопанство, като нарушават пътищата за миграция на рибата. Хидротехническите съоръжения унищожават планктона и другите организми, които при преминаването през турбините са подложени на т.нар. кавитационно смилане. Така под язовирната стена се изхвърля своеобразен "бульон" от умъртвени организми, които се разлагат и допълнително замърсяват водата. Зоните от умъртвена вода се простират на десетки километри надолу по течението на реката след всички големи ВЕЦ (Г р и г о р ъ е в, 1991).

Натрупването на опит от строителството на ВЕЦ довежда до преоценка и в областта на чисто икономическото обосноваване на типа станция, факторите за териториалното ѝ разположение и комплексната ефективност от съоръжението. Недооценката на факторите "заплашва" и самата икономическа ефективност на ВЕЦ. В някои водохранилища, построени без нужното отчитане на природните условия, рязко се намалява проточността на реката и започва бързо нарастване на водоема, като по този начин се съкращава жизненият цикъл на проекта с цели десетилетия и се снижава неговата икономическа съобразност (Ш е а, 1989). Недооценката на всички тези възможни последици може относително бързо да доведе до ситуация, когато има изградена инфраструктура, производствени мощности, работна ръка, но няма енергия и вода, пригодна за пиене и използване в стопанството.

Отрицателните екологични последици са свързани преди всичко с големите ВЕЦ. Например пренатоварените с язовирни стени реки като Волга, Кама, Днепър и Дон се превърнаха в поредица от почти непрекъснати

разливи, общата площ на които превишава площта на Унгария. След чернобилската авария през 1986 г. на ВЕЦ се гледа като на единствен екологичен изход. Обаче именно екологичните ограничения предизвикват търсенето на нова стратегия и в тази област. На първо място са преразгледани плановете за строителство на ВЕЦ и създаването на нови водохранилища на равнинните територии. На щателна експертиза са подложени проектите по създаване на ВЕЦ на Днeпър, Южен Буг, в горните течения на Дон. С цел предотвратяване на крупни екологични нарушения целесъобразно се оказва дори и прекратяването на вече започнат строеж на превъзходен в технико-икономическо отношение хидровъзел, например част от хидрокаскадата "Габчиково — Надмарош". Под натиска на общественото мнение през 1989 г. унгарското правителство приема решение за спиране на строителството в района на Надмарош. Една от причините за неосъществения проект на хидрокомплекс между България и Румъния (Никопол — Турну Мъгуреле) е планираното наводняване на десетки хиляди декари плодородна земя. В Русия се обсъжда даже изпразването на Волго-Камската каскада от язовири.

Много специалисти защитават мнението, че екологично и икономически по-целесъобразно е строителството на каскади от ВЕЦ в планините. Днес в Румъния се строят 50 неголеми ВЕЦ с обща мощност 1250 MW (Environmental..., 1987). В Полша е започната реставрация на 640 малки язовирни стени за ВЕЦ (Шеа, 1989). През 1982 – 1990 година там се строят 204 нови малки ВЕЦ, като 87 вече са въведени в експлоатация (Energy..., 1991). Примери за относително по-малки екологични натоварвания и повисоки икономически резултати са каскадите от неголеми ВЕЦ на Колския полуостров (Русия), на родопските реки (България), на карпатските — Арджеш и Бистрица (Румъния), Ваг (Словакия), а също на Драва и Дрина (бивша Югославия) и на Вълтава (Чехия). Обаче и на локално равнище те предизвикват неблагоприятни екологични последици. Съществува мнение, че величината на хидровъзела е своеобразен параметър, който определя мащаба на екологичните последици, а хидротехническите ресурси няма да са напълно възобновими, докато функциите по контрола на оттока, иригацията, транспорта, енергетиката, лесовъдството и риболова не бъдат координирани с цел поддържане чистотата и продуктивността на реката.

Един от най-перспективните "нови" източници на енергия е слънчевата енергия. Всъщност тя се нарича "нова" условно, тъй като традиционните източници също представляват своеобразно генериране на слънчевата енергия. В по-широк смисъл слънчевата енергия е вечна, а в тесен — има се предвид използването на нови технически средства за нейната трансформация. Естествено е условията и възможностите на отделните страни по използването на слънчевата енергия да са различни. Експлоатацията на слънчеви електростанции в САЩ, Япония, Италия, Испания и други показват, че засега производствените разходи са твърде високи. В бъдеще те

могат да бъдат значително снижени, а слънчевите станции – напълно конкурентноспособни.

Използването на слънчевата енергия в страните от Източна Европа е недостатъчно. Специфичните климатични условия, недостатъчният технологичен опит и високата себестойност на произвежданата енергия засега се отразяват отрицателно върху развитието на хелиоенергетиката. Даже в Румъния, където в края на 70-те години са отбелязани значителни успехи в тази област, днес производството на слънчеви батерии се съкращава. Определени успехи се забелязват и в Чехия, където функционират хиляди слънчеви генератори, основно в Южна Моравия. Те се използват главно за затопляне на вода в селското стопанство, а също в някои промишлени предприятия (М и щ е р а, 1984). За съжаление екологичната алтернативност на този вид производство на топло- и електроенергия все още не е достатъчно условие за нейното мащабно използване. Освен това концентрацията на големи мощности на слънчеви генератори понякога предизвиква нежелателно изземване на плодородни земи. Големи проблеми в това отношение създава и използването на енергията на вятъра (табл. 4).

Много по-реална в близко бъдеще е биологичната конверсия на разнообразни отпадъци (оборски тор, слама, отпадни води, комплексната преработка на дървесина и др.) в биогаз, който се състои от 50–70 % метан и 30–50 % въглеродни оксиди. Образуваният се при конверсията отпадък е много по-ценен тор в сравнение с оборския (Л а в р о в, С д а с ю к, 1985). Съчетанието между екологичните и икономическите параметри на този нов начин за добиване на енергия е изключително благоприятно. От 1 kg отпадъци може да бъдат получени 150–200 l качествен газ (Т а р н о в - с к и й, 1989). Повсеместното разпространение и достъпността, ниското пепелно и сярно съдържание подобряват характеристиките на произведеното от биомаса гориво. При внедряването му в домашното стопанство, в промишлеността, на село, а също и в градския транспорт, за производството на електроенергия в неголеми станции биоенергията може да осигурява значителна част от потребностите на страните от региона (W i l l i a m s, 1989). На практика обаче това не е така. Използването ѝ в Унгария например дава едва 2 % от потреблението на енергия. Що се отнася до биогаза, той се използва вече в продължение на 10–15 години в почти всички страни в региона, но засега има само символично значение.

Очевидно е, че за удовлетворяване на бъдещи енергийни потребности не може да се разчита нито на нефта и газа, нито на въглищата, нито пък на досегашната ядрена енергетика. Хидроресурсите са вече почти усвоени, а самите хидровъзли създават немалко екологични проблеми. Новите източници и технологии по използването на възобновими видове енергия са все още икономически недостъпни. Какъв е изходът?

Според Кристофър Флейвин от института "Уърлдуюч" това е ключов въпрос на нашата съвременност, който има отговор. Той смята, че решаването на "въглищно-ядрената" дилема е просто, но потенциално революционно-рязко нарастване на ефективността от използване на енергията в кра-

Таблица 4

Икономически и екологични показатели за различните типове електроцентрали

Тип електроцентрали	Капиталовложения, долара/kW	Себестойност, цента/kWh	Отчуждени земи m ² /kW
ВЕЦ	2000	1,1	100,0
АЕЦ			
на топлинни неутрони	1250	3,4	8,1
на бързи неутрони	1500	4,4	8,1
ТЕЦ			
въглища (20 долара/t)	600	2,9	16,2
мазут (30 долара/барел)	800	6,3	12,2
торф, битуминозни шисти	1450	5,8	16,2
биомаса	1100	9,5	2630,0
Геотермални	300 – 950	2,1 – 6,8	15 – 20
Ветрови	1850	4,8 – 7,0	324,0
Слънчеви	2000 – 2650	9,3 – 11,5	80,1

Забележка: Таблицата е съставена по данни на EPRI (Energy Power Research Institute — Изследователски електроенергиен институт), 1987.

ткосрочна перспектива и използване на възобновими видове енергия в дългосрочна (Ф л е й в и н, 1989). Според автора на настоящото изследване в перспектива може да се очаква, че в енергийния баланс на региона значителен принос може да има и ядрената енергия. Въпреки съвременните ѝ проблеми технологически възможното повишаване на екологичната ефективност по цялата верига на ядрения цикъл дава основание да се очаква, че човечеството ще съумее оптимално да използва нейните възможности.

Енергийната ефективност в страните от региона през последните десетилетия се променя твърде бавно. В края на 80-те години енергоемкостта на националния доход в страните от Източна Европа 2–3 пъти превишава тази в Западна Европа (табл. 1). Съвременните социално-икономически процеси рязко изострят проблема за икономия на енергия във всичките ѝ разновидности. Страните днес стоят пред лицето на нова формулировка на проблема — на потребителите е нужна не електроенергията като такава, а услугите, които тя осигурява. Акцентите при повишаване на енергоефективността не е еднаква в различните страни. Тя е резултат от хармоничното съчетание на природни условия, технологии, политика и единство в действията на различни учереждания. Нееднаквата степен на такава

съчетание е една от причините за различията в достигнатия ефект във всяка страна. Необезпечената с енергоресурси Унгария например рязко се отличава от бившия СССР и Полша по достигнатата енергоефективност на националния доход (табл. 1).

Повишаването на енергийната ефективност е най-разумното средство за реагиране на социално-икономическите и екологичните предели при развитието на енергетиката. Така се постига едновременно решаване на въпросите за намаляване зависимостта от вноса на енергоресурси, повишаване на икономическата рентабилност, намаляване замърсеността на атмосферата и запазване здравето на човека. За сметка на по-високата ефективност в енергетиката по оценка на специалистите може да се осигури икономия на около 25 % от очакваното потребление на енергия през 2000 г., при това с по-малки разходи в сравнение с новите енергодоставки. От друга страна, това ще позволи да се печели време за въвеждането на нови източници на енергия, вкл. на нови ядрени технологии. Всичко това ще придаде на икономиката необходимата гъвкавост за адаптация към условията на трудно предсказуемото бъдеще.

От изложеното могат да се направят следните основни изводи:

1. Съвременната териториална организация на електропроизводството в страните от Източна Европа е формирана под влиянието на три главни фактора — горива, потребление и транспорт.

2. Влошаването на екологичната обстановка вследствие функционирането на ТЕЦ предизвиква търсене на алтернативни варианти за енергийно обезпечаване стопанството на страните от региона и всъщност става екологична предпоставка за развитието на ядрената енергетика.

3. По-детайлното изследване на екологичната ефективност във всички звена на ядрения цикъл създава нови представи за същността и ролята на екологичния фактор на фона на традиционните фактори за териториална организация на електроенергетиката.

4. Да се дискутират ядрените щандортни теории и да се препоръчват екологично безопасни варианти в териториалното разположение на отделните ешелони от ядрения цикъл в наше време вече е невъзможно без внедряването на нови технологични решения на всички стадии от производството на ядрена енергия.

5. АЕЦ безспорно имат бъдеще. За страните от Източна Европа обаче техническите, икономическите и политическите проблеми, свързани с тяхното функциониране, са достатъчно остри и изключват значителното им разширение в близко бъдеще.

6. В последно време се извършва преоценка на критериите, които характеризират комплексната ефективност на ВЕЦ (както екологична, така и икономическа).

7. Новите източници и технологии по използването на възобновими видове енергия са все още икономически недостъпни.

8. Единствено правилната енергийна стратегия за страните от Източна Европа е рязкото нарастване на ефективността от използването на електроенергията в краткосрочна перспектива и използване на възобновими видове енергия в дългосрочна.

ЛИТЕРАТУРА

- Атомная техника за рубежом, 1987, No 9.
Бюллетень МАГАТЭ, 1990, No 1.
Григорьев, Ал.А. Экологические уроки прошлого и современности. Ленинград, Наука, 1991.
Ежегодный бюллетень европейской статистики ООН. Н.И. 1991. Информационный бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии. 1991, No 6; 1992, No 4.
Казиков, Л.К., И.А. Якушева. Эколого-географические исследования при обосновании размещения атомной энергетики. – В: Территориальные взаимосвязи хозяйства и природы. М., АН СССР, 1990.
Куркин, Б. А. Смерть на временном хранении. – В: Экологическая альтернатива. М., Прогресс, 1990.
Лавров, С.Б., Г.В. Сдаюк. Этот контрастный мир: Географические аспекты некоторых глобальных проблем. М., Мысль, 1985.
Мищера, Л. Экономическая география Чехословакии. М., Прогресс, 1984.
След три години в България се закриват урановите мини. – Стандарт, 11 август 1992 г.
Тарновский, О.И. Пути устранения индустриального ущерба окружающей среде в европейских странах-членах СЭВ. – В: Экологическая политика социалистических стран: социально-экономический аспект, част I. М., АН СССР, 1989.
Флейвин, К. Создание устойчивой энергетики будущего. – В: Мир 80-х годов – сборник обзорных статей из ежегодников „А world watch Institute“. М., Прогресс, 1989.
Хрущев, А.Т. География промышленности СССР. М., Высшая школа, 1990.
Шеа, Ц. На пути к использованию возобновимых источников энергии. – В: Мир 80-х годов – сборник обзорных статей из ежегодников „А world watch Institute“. М., Прогресс, 1989.
Яншин, А.Л., А.И. Мелуа. Уроки экологических просчетов. М., Мысль, 1991.
Energy Policy. 1991, V, 19, No 3.
Energy Statistics Yearbook. UN, NY, 1988.
Environmental policies in East and West. London, 1987.
Williams, R. Potential roles for bioenergy in an energyefficient world. AMBIO, 1989, No 4 – 5.

Постъпила на 18.03.1993 г.

ECOLOGICAL ASPECTS OF ELECTRIC POWER GENERATION IN EASTERN EUROPE

Marin Roussev

Summary

Electric power generation is an economic branch notable for its wide geographical spread. The main producer of electric power in the countries of Eastern Europe are the thermal power stations. The aggravation of the ecological situation as a result of their functioning, brought about a search for alternative

energy-providing variants for the economies of the countries from that region, and it is a most essential prerequisite for the development of nuclear energetics. When studying the degree of ecologization of all phases of the nuclear cycle, new concepts are developed of the character and role of the ecological factor on the background of traditional factors determining the territorial organization of electric power generation. Particularly problematic is the so-called „post-reactor“ echelon. The late 80-ies are characterized by a turn in the nuclear strategies of the countries of Eastern Europe. Undoubtedly, nuclear energy has some future in store. However, the problems connected with getting it under control are still acute enough for the countries of the region, thus preventing its significant development in near future.

The main factor for reducing the energy pressure on Nature, is increasing the share of restorable kinds of energy. It is obvious that we cannot rely on oil and gas, or coal for satisfaction of the future needs of energy; neither can we rely on the nuclear energetics hitherto existing. Hydroresources have been almost fully exploited, and water-power systems do create a number of ecological problems. The new sources and technologies utilizing restorable kinds of energy, are still economically unavailable. The resolution of such a dilemma is possible to achieve through increase of the energy using effectiveness in a short-term period, as well as through the use of restorable kinds of energy in the long run. All that will provide economy with the necessary flexibility, thus enabling it to adapt to the conditions of a future hard to predict.