



**СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „Д. А. ЦЕНОВ“**  
**КАТЕДРА „МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА“**

---

**Йордан Атанасов Моллов**

**СТАТИСТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИЗПОЛЗВАНЕТО  
НА ВЪЗОБНОВЯЕМА ЕНЕРГИЯ В БЪЛГАРИЯ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**Дисертация за присъждане на образователна и научна  
степен „доктор“ по научна специалност  
„Статистика и демография“**

**Научен ръководител:  
Проф. д-р Поля Ангелова**

**Свищов  
2018**

Дисертационният труд е в обем от 195 страници, от които 167 основен текст. В структурно отношение включва въведение, изложение в три глави, заключение, списък с използвана литература – 131 източника (62 на кирилица и 69 на латиница), декларация за оригиналност и 5 приложения. В основния текст на дисертационния труд са включени 18 таблици и 38 фигури.

Заклучителното заседание на научното жури за защита на дисертационния труд ще се състои на ..... от ..... часа в Заседателна зала Ректорат на Стопанска академия „Д. А. Ценов” – гр. Свищов.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в офис „Докторантура и академично развитие” на Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов.

# **I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

## **1. Актуалност на темата**

Енергийното развитие на планетата е изправено пред сериозни предизвикателства. Те все по-често са обект на международни дискуссионни форуми, свързани с нарастването на световното население, подобряването на жизнения стандарт, нормативните изисквания за намаляване на замърсяването на околната среда, редуциране използването на ресурсите от органични горива и др. В световен мащаб се иницира нарастване на отговорността към опазването на земните ресурси и преминаването към „зелено потребление” и „зелена икономика”.

Използването на енергия от възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) и тяхното включване в енергийната система предоставят ключови перспективи за развитието на иновационната икономика на бъдещето. ВЕИ са едни от най-важните природни ресурси, рационалното използване на които може да се превърне в основа за повишаване на енергийната сигурност и независимост, на енергийната ефективност, заемане на стабилни пазарни позиции в международен мащаб.

Екологичната чистота, безопасност и неизчерпаемост на възобновяемите енергийни източници превръщат тяхното използване в перспективна и доходоносна инвестиция в дългосрочен план. Рационалният подход за използване на природните ресурси намира най-точен израз чрез усвояване на енергията от ВЕИ и именно такъв подход успешно се прилага в световната икономика през последните десетилетия.

Приоритетът за устойчив растеж в контекста на Стратегия „Европа 2020” чрез насърчаване на по-екологична и по-конкурентоспособна

икономика с по-ефективно използване на ресурсите<sup>1</sup>, е в основата на постигането на националните цели в областта на климата и енергията в България. Изпълнението на целите „20/20/20“ (по отношение на емисиите на парникови газове, използването на ВЕИ и енергийната ефективност) и тяхната реализация на национално равнище наложиха разработването на Националната програма за реформи на България за реализиране целите на Стратегия „Европа 2020“. Постигането на „зелен“ икономически растеж може да се осъществи чрез развитието на по-чиста, нисковъглеродна, енергийно- и ресурсноефективна икономика, която не води до замърсяване на околната среда и необратимо изразходване на природни ресурси. В този смисъл развитието на възобновяемата енергетика се оказва въпрос със стратегическо значение за развитието на българската икономика.

За формулирането на енергийни политики и осъществяване на мониторинг на тяхното въздействие върху икономиката от важно значение е наличието на подробна и висококачествена енергийна статистика и разработените на нейна основа анализи и прогнози за състоянието, тенденциите и закономерностите на възобновяемата енергетика. Всичко това определя актуалността на научните изследвания по проблемите на използването на възобновяемите енергийни източници, тяхното състояние и динамика.

## **2. Обект и предмет на изследването**

**Обект** на дисертационния труд е използването<sup>2</sup> на възобновяема енергия в България през периода 2004-2016 г.

---

<sup>1</sup> **Европа 2020.** Стратегия за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж. Европейска комисия, Брюксел, 3.3.2010 г., COM (2010) 2020 окончателен. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:BG:PDF>.

<sup>2</sup> Понятието „използване“ възприемаме в широкия смисъл на думата, като имаме предвид, че тук се включват процесите на производството и потреблението на възобновяема енергия. В дисертационния труд термините „възобновяема енергия“ и „енергия от възобновяеми енергийни източници“ са използвани като синоними.

**Предмет** на изследването са закономерностите в динамиката и структурата на използването на енергия от ВЕИ.

### **3. Цел и задачи на дисертационния труд**

**Целта** на дисертационния труд е да се обосноват в теоретичен аспект и емпирично да се изследват закономерностите в използването на възобновяема енергия въз основа на статистико-икономически анализ на динамиката и структурата на показателите за характеризирани на производството и потреблението на възобновяема енергия в България за периода 2007-2016 г.

За реализирането на целта се поставят следните изследователски **задачи:**

**Първо,** да се обоснове необходимостта от интегрирането на възобновяемата енергетика в европейския енергиен пазар и да се представят концептуално-технологичните основи на възобновяемите енергийни източници чрез изясняване на тяхната същност и особености.

**Второ,** да се изяснят информационно-методологическите аспекти на статистическото изследване чрез характеристика на статистическото наблюдение на ВЕИ на европейско и национално ниво и представяне на алгоритъма на използваните статистически методи за анализ.

**Трето,** да се изследват състоянието и тенденциите на индикаторите за оценка на възобновяемата енергетика в контекста на Стратегия „Европа 2020“.

**Четвърто,** да се анализира динамиката на показателите за характеризирани използването на ВЕИ и на тази основа да се моделират установените тенденции и разработят краткосрочни прогнози.

**Пето,** да се изследват структурните изменения в използването на възобновяема енергия в България по видове енергийни източници и направления на използване.

#### **4. Изследователска теза**

**Изследователската теза** на автора е, че чрез приложението на икономико-статистически методи за изследване динамиката и структурата на използването на възобновяема енергия и установените на тази основа закономерности се създават реални възможности за оптимизиране на информационното осигуряване при вземане на управленски решения относно използването на възобновяемата енергия като важна движеща сила на устойчивото развитие на икономиката.

#### **5. Методология на изследването**

**Методологията на изследването** за изпълнение на поставените цел и задачи в дисертационния труд включва статистическия подход при изучаване на масовите явления, интердисциплинарния подход, индуктивния и дедуктивния метод, методът на анализа и синтеза, сравнителния метод. В процеса на работа са приложени статистическите методи за анализ и прогнозиране на динамични редове, за анализ на структурни изменения и различия, табличния и графичния метод и др. Техническата обработката на данните е извършена чрез програмния продукт MS Excel.

#### **6. Ограничителни условия**

В настоящото изследване са въведени следните **ограничителните условия**:

- Времевият обхват на изследването се фокусира върху периода 2004–2016 г. за индикаторите за оценка на възобновяемата енергетика в контекста на Стратегия „Европа 2020“ и върху периода 2007-2016 г. – за основните показатели за използването на енергия от ВЕИ. За посочените периоди е установена сравнимост и съпоставимост в използваната методология за отчитане за възобновяемите енергийни източници.

- В изследователския обхват на изследването са включени основни показатели за характеризирание на производството и потреблението на енергия от ВЕИ, за които Националният статистически институт разработва хармонизиран информационен масив в съответствие с европейските стандарти в областта на възобновяемата енергетика.

- Информационен източник за проведения емпиричен анализ са публикациите на Националния статистически институт „Енергийни баланси“ и „Статистически годишник“, изданията на Министерството на енергетиката „Бюлетин за състоянието и развитието на енергетиката на Република България“, както и свободно достъпните online информационни масиви на Националния статистически институт (<http://www.nsi.bg/>) и Евростат ([ec.europa.eu/eurostat/](http://ec.europa.eu/eurostat/)).

- В методологично отношение изследването е ограничено до използването на посочените статистически методи за анализ на динамика и структурни изменения и различия с оглед добрите възможности, които предоставят за решаването на поставените изследователски задачи.

Авторът смята за необходимо да изкаже благодарност на научния си ръководител за оказаната помощ при написването на дисертацията, на колегите от катедра “Математика и статистика” за полезните мнения и консултации и на СА “Д. А Ценов” – Свищов за съдействието и подкрепата.

## **II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Дисертационният труд е в обем от 195 страници, от които 167 основен текст. В структурно отношение включва въведение, изложение в три глави, заключение, списък с използвана литература – 131 източника (62 на кирилица и 69 на латиница), декларация за оригиналност и 5 приложения. В основния текст на дисертационния труд са включени 18 таблици и 38 фигури.

Структурата на дисертационния труд е следната:

### **Въведение**

#### **Глава първа. Концептуално-технологични основи на възобновяемите енергийни източници**

- 1.1. Енергийният проблем като основа за търсенето на алтернативни енергийни източници
- 1.2. Енергийната политика на ЕС и интегрирането на възобновяемата енергетика в единния пазар
- 1.3. Възобновяеми енергийни източници – същност и технологични особености

#### **Глава втора. Информационно-методологически аспекти на статистическото изследване**

- 2.1. Състояние и развитие на европейската енергийна статистика
- 2.2. Статистическото наблюдение на възобновяемите енергийни източници като информационна база за анализ
- 2.3. Статистически методи за анализ на възобновяемите енергийни източници

#### **Глава трета. Статистико-икономически анализ на използването на енергия от възобновяеми източници**

- 3.1. Състояние и тенденции на индикаторите за оценка на възобновяемата енергетика в контекста на Стратегия „Европа 2020“
- 3.2. Статистически анализ на динамиката на възобновяемите енергийни източници
- 3.3. Статистически анализ на структурата на възобновяемите енергийни източници

### **Заключение**

### **Използвана литература**

### **Приложения**

### **Декларация за оригиналност**



### **III. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

#### **Глава първа**

#### **КОНЦЕПТУАЛНО-ТЕХНОЛОГИЧНИ ОСНОВИ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИТЕ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ**

Изложението в първа глава е посветено на обосноваването на необходимостта от използването на алтернативни източници на енергия в контекста на световния енергиен проблем, представени са предизвикателствата пред интегрирането на възобновяемата енергетика на европейския единен пазар и е изяснена същността и технико-технологичните особености на ВЕИ.

**В първи параграф** е направена обстойна характеристика на причините за нарастването на енергийния проблем в световен мащаб. Недостигът на енергийни ресурси за поддържането на съвременния модел на индустрията и инфраструктурата се превръща в сериозен енергиен проблем. Неговото първо съвременно проявление се изразява в петролните кризи от 70-те години на XX век, когато страните-членки на ОПЕК предизвикват недостигано до този момент повишение на цените на петрола. Това дава индикация за съществуването на енергийния проблем – първо, става ясно, че не може да се разчита на постоянно обезпечаване на енергийната независимост и стабилност на цените на петролните продукти, и второ, вниманието на света е привлечено от забележимите климатични промени вследствие на глобалното затопляне – топене на ледовете и повишаване на нивото на световния океан. Освен това, общественото внимание е насочено и към не по-маловажния по отношение на енергийната обезпеченост проблем – високи темпове на нарастване на световното население. В края на 2016 г. то наброява малко под 7,5 млрд. души, като продължава да се увеличава с бързи темпове.

Акцентирано е, че възможности за решаване на глобалния енергиен проблем се търсят в две направления – екстензивен и интензивен начин. Екстензивният начин предполага допълнително увеличаване на добива на енергийни носители с оглед абсолютното увеличаване на потреблението на енергия. Този начин остава важен за съвременната световна икономика. По данни на Международната енергийна агенция (МЕА, IEA – International Energy Agency)<sup>3</sup> световното производство и потребление на енергия показва трайна тенденция към нарастване.

Едновременно с това, редица държави са изправени пред лимита на собственото си производство на енергия (Китай) или перспективата за намаляване на това производство (Великобритания). Това провокира търсенето на начини за по-рационално използване на енергийните ресурси. Така интензивният начин за решаване на енергийния проблем набира скорост, тъй като се състои преди всичко в увеличаване на производството на продукти на единица потребление на енергия. Енергийният проблем налага разработването на енергоспестяващи технологии и дава тласък на използването на все повече алтернативни енергийни източници и инвестиции в научни проекти за разработването на такива.

Направено е обобщението, че недостигът на енергийни ресурси за поддържането на съвременния модел на индустрия и инфраструктура, необходимостта от опазване на околната среда и намаляване неблагоприятното въздействие върху планетарния климат, високите темпове на нарастване на световното население са сред основните предизвикателства, налагащи преминаването към „зелено потребление“. Именно поради това, проблемите, свързани с използването на все по-голям дял възобновяеми източници на енергия, както и необходимостта от по-

---

<sup>3</sup> IEA. Headline Energy Data. <https://www.iea.org/statistics/>.

голяма прозрачност, налагат необходимостта от по-нататъшна интеграция и взаимосвързаност на енергийните пазари в световен и европейски мащаб.

Във **втори параграф** е анализирана европейската енергийна политика като важен фактор, определящ доколко успешно отделните държави и международни организации осигуряват условия за надеждно и екологично икономическо развитие. В основата на енергийната политика на ЕС стоят редица мерки, които имат за цел постигането на интегриран енергиен пазар, сигурност на енергийните доставки и устойчиво развитие на енергийния сектор.

Извършен е ретроспективен преглед на развитието на европейския енергиен пазар от създаването на Европейската общност за въглища и стомана (ЕВОС)<sup>4</sup> през 1951 г. до днес. По време на съществуването си ЕОВС успява да създаде общ пазар, но не успява да предотврати западането на въглищната и стоманената индустрия. Разширяването на обхвата на европейското икономическо сътрудничество чрез Договорите за Европейската икономическа общност (ЕИО) и Европейската общност за атомна енергия (ЕОАЕ)<sup>5</sup> все още не поставя енергийния въпрос като решаващ за общото бъдеще на страните членки. Енергийната политика се счита за национален проблем, а изграждането на единна енергийна стратегия на общността не е сред нейните приоритети.

Направен е изводът, че едва в началото на XXI век започва да се обсъжда необходимостта от създаване на общоевропейска политика в сферата на енергетиката и изграждане на енергийни мрежи, макар че още от началото на 90-те години на XX век ЕС се налага като своеобразен лидер в глобалните усилия за създаване на режим на политики за борба с

---

<sup>4</sup> **Vertrag** über die Gründung der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:11951K/TXT&from=EN>.

<sup>5</sup> **Treaty** establishing the European Economic Community and related instruments (EEC treaty) - content. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:11957E>.

климатичните промени с подписването на Протокола от Киото<sup>6</sup>. Общата енергийна политика има определящ характер, тъй като чрез нея могат да се създадат необходимите предпоставки за развитието на всяко индустриално производство. В контекста на засилване на интеграционните процеси и Договора от Лисабон за функциониране на Европейския съюз (ДФЕС)<sup>7</sup> страните членки активизират своите съвместни усилия за разработване и реализация на единна енергийна политика както в рамките на съюза, така и спрямо страните извън него.

Цялостна европейска рамкова политика, която да подкрепя развитието и интегрирането на възобновяемите енергийни източници чрез количествено определени цели, регулаторна яснота и пазарни стимули за инвестиции, се въвежда с Директива 2009/28/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 23 април 2009 г.<sup>8</sup> за насърчаване използването на енергия от възобновяеми източници. Този документ правно регламентира целта за 20% дял на енергията от ВЕИ в Европейския съюз, целта за дял от 10% в транспорта и обвързващите национални цели до 2020 г., като по този начин се превръща в неразделна част от енергийната политика на ЕС. Директивата и заложените в нея цели за ВЕИ се превръщат в основен компонент на европейската стратегия за растеж, промишлени иновации, технологично лидерство и конкурентоспособност, както и за намаляване на емисиите.

Извежда се обобщението, че възобновяемите енергийни източници като важни местни неизчерпаеми ресурси са приоритет и на националната енергийна политика на България. В Енергийната стратегия на Р България до 2020 г.<sup>9</sup> за изпълнение на националната цел от 16% дял на възобновяемата

---

<sup>6</sup> **Протокол** от Киото. [http://publications.europa.eu/resource/cellar/b2d8257e-bd35-49f6-8356-934286204791.0001.02/DOC\\_2](http://publications.europa.eu/resource/cellar/b2d8257e-bd35-49f6-8356-934286204791.0001.02/DOC_2).

<sup>7</sup> **Консолидиран** текст на Договора за функционирането на Европейския съюз. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF>.

<sup>8</sup> **Директива** 2009/28/ЕО. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>.

<sup>9</sup> **Енергийна** стратегия на Република България до 2020 г. <http://www.strategy.bg/StrategicDocuments/View.aspx?lang=bg-BG&Id=704>.

енергия се поставя задачата за максимално използване на потенциала на всички източници на чиста енергия. С особена важност е въпросът за подобряването на енергийната ефективност. Ако бъдат постигнати целите за намаляване на енергийната интензивност до 2020 г., се очаква да се постигне сближаване на този национален индикатор със средния за ЕС, което ще рефлектира в многостранни ползи.

Акцентирано е на обстоятелството, че в своето развитие по отношение на енергетиката от ВЕИ България тръгва от много по-ниска степен на икономическо развитие в сравнение с повечето държави-членки на ЕС. Изграждането и въвеждането на институционалната и законова уредба за насърчаване производството и потреблението на възобновяемата енергия стартира едва през 2007 г., когато страната ни е приета в ЕС, т.е. значително по-късно отколкото при дългогодишните държави-членки на ЕС.

Независимо от това, българският енергиен подход има за цел да направи производството на енергия по-чисто и ефективно именно чрез разгръщане на ВЕИ и минимизиране влиянието на производството и използването на енергията върху околната среда, като подобри управлението на естествените ресурси. Дългосрочното изпълнение на политиката в областта на възобновяемата енергия в България се осигурява от националното законодателство в рамка, която отразява и напълно въвежда изискванията, определени от Европейския парламент и Съвета по отношение на производството на енергия от ВЕИ.

**В трети параграф** е извършен обстоен преглед на научната и нормативната литература относно същността на ВЕИ. Понятието „възобновяеми енергийни източници“ отдавна е придобило популярност в обществения речников набор като синоним на енергийни източници, които се приемат за естествено възстановяващи се или за практически

неизтощими<sup>10</sup>. Съгласно Закона за възобновяемите и алтернативните енергийни източници и биогоривата ВЕИ са неизкопаеми енергийни източници, които съдържат слънчева, вятърна, водна и геотермална енергия, включително енергия на вълните и енергия на приливите и отливите, възобновяващи се без видимо изтощаване при използването им, както и отпадни топлини, енергия от биомаса и енергията от индустриални и битови отпадъци<sup>11</sup>.

Директива 2009/28/ЕО за насърчаване използването на енергия от възобновяеми източници дава почти същата дефиниция за енергия от възобновяеми източници – „...енергия от възобновяеми неизкопаеми източници, а именно вятърна, слънчева, аеротермална, геотермална, хидротермална и океанска енергия, водноелектрическа енергия, биомаса, сметищен газ, газ от пречиствателни инсталации за отпадни води и биогазове“<sup>12</sup>. В контекста на статистическото изследване на ВЕИ ще отбележим и определението, посочено в Ръководството по енергийна статистика на ОИСР, МАЕ и Евростат<sup>13</sup>. То е много по-широко дефинирано и съвпада по съдържание с предходните. Според Ръководството възобновяемата енергия е енергия, която произлиза от естествени природни процеси, които се възстановяват постоянно. Отбелязва се, че независимо от въпросите, които се пораждат от времевия хоризонт на възстановяване, това

---

<sup>10</sup> **Възобновяема** енергия. <https://bg.wikipedia.org/wiki>; **Ellabban, O., Abu-Rub, H., Blaabjerg, F.** Renewable energy resources: current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 39, 2014, pp. 748–764; **Renewables** 2010 Global Status Report. REN21, 2010, p. 15, [http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/gsr/REN21\\_GSR\\_2010\\_full\\_revised%20Sept2010.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/gsr/REN21_GSR_2010_full_revised%20Sept2010.pdf); **Herzog, A., Lipman, T., Kammen, D.** Renewable energy sources. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Forerunner Volume “Perspectives and Overview of Life Support Systems and Sustainable Development”, Part 4C. Energy Resource Science and Technology Issues in Sustainable Development – Renewable Energy Sources, and can be found at: <http://www.eolss.com> и др.

<sup>11</sup> **Закон** за възобновяемите и алтернативните енергийни източници и биогоривата. Допълнителни разпоредби, § 1, т. 1. <https://lex.bg/index.php/laws/ldoc/2135555862>.

<sup>12</sup> **Директива** 2009/28/ЕО, чл.2, с. 20. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>.

<sup>13</sup> **Energy Statistics MANUAL**. (2010), с. 15. <http://www.iea.org/training/toolsandresources/energystatisticsmanual/>.

определение се използва като отправна точка при статистическото изучаване на ВЕИ. Казаното дотук е основание да приемем, че при статистическия анализ на използването на енергия от ВЕИ в дисертационния труд се базираме на общоприетите в технико-икономическата и нормативната литература определения за същността на възобновяемите енергийни източници.

Използването на възобновяема енергия води своето начало от дълбока древност, но се превръща в предизвикателство към установените енергийни технологии едва в края на ХХ и началото на ХХІ век, когато се осигуряват реални възможности за възприемането на възобновяемите енергийни източници като алтернатива на изкопаемите. Извършено е обстойно проучване на историческото развитие на научните и технологичните достижения в областта на възобновяемите енергийни източници<sup>14</sup>, въз основа на което се налага изводът, че тези достижения, заедно с нарастващите проблеми на околната среда, породени от използването на източници, генериращи вредни емисии, утвърждават все по-ясно съвременните концепции за използването на възобновяема енергия.

Представени са накратко технологичните особености на отделните видове възобновяеми източници, в състава на които, съгласно

---

<sup>14</sup> **Anderson, W.W., Chai, Y.G.** Becquerel effect solar cell. *Energy Conversion*, vol.15, Issues 3-4, 1976, pp. 85-94; **Kovarik, B.** The surprising history of sustainable energy. <https://sustainablehistory.wordpress.com/2011/03/29/the-surprising-history-of-sustainable-energy/>; **Jones, G, Bouamane, L.** "Power from Sunshine": a business history of solar energy. *Harvard Business School Working Paper*, No. 12–105, May 2012, p.8; **Siemens, W.** Contributions to the theory of magnetism. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, series 5, vol. 19, issue 119, 1885, pp. 237-254. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786448508627674>; **Kryza, F. T.** The Power of Light: The Epic Story of Man's Quest to Harness the Sun. New York, McGraw-Hill, 2003, p. 28; **Solar Energy Technologies and Applications.** Canadian Renewable Energy Network. <https://www.meetup.com/TorontoRenewableEnergy>; **Solar Energy Technology Basics.** Office of Energy efficiency and Renewable energy. <https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-energy-technology-basics>; **The photovoltaic effect.** Encyclopedia.solarbotics.net; **Pathak, M. J. M., Sanders, P. G., Pearce, J. M.** Optimizing limited solar roof access by exergy analysis of solar thermal, photovoltaic, and hybrid photovoltaic thermal systems. *Applied Energy*. vol. 120, 2014, pp. 115–124; **Атанасов, К.** Развитие на възобновяемите енергийни източници през годините. Енергиен форум 2007. и др.

определението за ВЕИ, се включват вятърна, слънчева, аеротермална, геотермална, хидротермална и океанска енергия, водноелектрическа енергия, биомаса и др. В началото на ХХІ век научните и технологични достижения в областта на ВЕИ, заедно с нарастващите проблеми на околната среда вследствие на използваните източници, генериращи вредни емисии, утвърждават все по-ясно съвременните концепции за използването на възобновяема енергия.

## **Глава втора**

### **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИ АСПЕКТИ НА СТАТИСТИЧЕСКОТО ИЗСЛЕДВАНЕ**

Във втора глава са анализирани организационните и методологическите характеристики на европейската енергийна статистика, изведени са особеностите на статистическите наблюдения на ВЕИ на европейско и национално равнище и са представени накратко статистическите методи, използвани за изпълнението на изследователските задачи.

**В първи параграф** е обоснована необходимостта от пълна, своевременна и надеждна статистическа информация за състоянието на енергетиката както на национално ниво, така в международен мащаб. Основна предпоставка за стратегическото планиране на енергийните индустрии и насърчаване на енергоспестяващите технологични процеси е наличието на систематични и подробни данни, обхващащи целия диапазон на първичните и вторични енергийни продукти, както и потока им от производството до крайното потребление. Това би позволило оценка на икономическата ефективност на различните процеси на производство и консумация на енергия, както и изграждане на иконометрични модели за



прогнозиране и планиране на бъдещи инвестиции в различните енергийните индустрии и енергоспестяващите технологии.

Статистиката за енергийния сектор традиционно се съсредоточава върху енергийните доставки и енергията от изкопаеми горива. През последното десетилетие се появява необходимост от задълбочаване на изследванията и организиране на наблюдения върху крайното потребление на енергия, възобновяемата енергия и ядрената енергия.<sup>15</sup> Интензивното развитие на политиките на Европейския съюз, иновационния напредък, както и значимостта на неговите цели, формирани въз основа на данните за енергийния сектор, налагат постигане на съответствие на обхвата на статистическите изследвания с растящите или променящите се потребности. Именно поради това Европейската комисия и Евростат перманентно актуализират нормативната регламентация на енергийната статистика.

Представена е общата методологическа и организационна рамка по изготвянето, предаването, оценяването и разпространението на сравнима статистическа информация за енергийния сектор в ЕС. Нормативно тя се определя от Регламент (ЕО) № 1099/2008 на Европейския парламент и на Съвета от 22 октомври 2008 г. относно статистиката за енергийния сектор<sup>16</sup> и последвалите го изменения<sup>17</sup>. Националните органи на страните-членки и Евростат на общностно равнище са органите, отговорни за производството на статистическа информация в съответствие с принципа на

---

<sup>15</sup> **Task Force Future of Energy Statistics-2015.** EC. EUROSTAT. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/6591724/THE-FUTURE-OF-ENERGY-STATISTICS-2014.pdf/955bf888-d980-47d8-beb2-8b0675be769b>

<sup>16</sup> **Регламент (ЕО) № 1099/2008.** ОВ L 304, 14.11.2008 г. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1099>.

<sup>17</sup> **Регламент (ЕС) № 147/2013** на Комисията от 13 февруари 2013 г. на Европейския парламент и на Съвета относно статистиката за енергийния сектор, по отношение на извършването на актуализации на месечната и годишната статистика за енергийния сектор. ОВ L 50, 22.2.2013 г. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32013R0147R%2801%29>;  
**Регламент (ЕС) № 431/2014** на Комисията от 24 април 2014 година за изменение на Регламент (ЕО) № 1099/2008 на Европейския парламент и на Съвета относно статистиката за енергийния сектор, по отношение на изготвянето на годишната статистика за енергийното потребление в домакинствата. ОJ L 131, 1.5.2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0431> и др.

субсидиарността. Държавите-членки гарантират качеството на предоставените данни, което изисква спазването на принципите на статистическото качество<sup>18</sup>: относимост, точност, актуалност, навременност, достъпност и яснота, съпоставимост и съгласуваност.

Очертан е обхватът на европейската енергийна статистика и са представени основните дефиниции, честотата на събиране на данните, източниците на информация и други елементи на наблюденията, отнасящи се за всички енергийни източници. Като основно понятие на енергийната статистика се дефинира понятието „енергийни продукти“ (съгласно чл. 2 на Регламент (ЕО) № 1099/2008). Тук се отнасят количествата суров нефт, нефтопродукти, природен газ и промишлени газове, електрическа и топлинна енергия, твърди изкопаеми горива, възобновяеми енергийни източници и отпадъци, т.е. обхванат е целият спектър от дейности на енергийния сектор – от доставките, през преобразуването до крайното потребление на населението.

Друго понятие, съставляващо важен компонент на енергийната статистика, е понятието „агрегирани показатели“. Агрегираните показатели се отнасят за данни, агрегирани на национално равнище относно обработката или използването на енергийни продукти, а именно производството, търговията, запасите, преобразуването, потреблението и структурните характеристики на енергийната система. Всички данни са представени под формата на енергиен баланс<sup>19</sup>.

Представени са ключовите елементи на енергийните баланси: *брутно потребление (изчислено)*, *брутно потребление (констатирано)*, *статистическа разлика*, *общо крайно потребление*, *крайното енергийно*

---

<sup>18</sup> Регламент (ЕО) № 1099/2008 ..., чл. 6 (3).

<sup>19</sup> Energy statistics - supply, transformation and consumption.  
[http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg\\_10](http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_10).

*потребление, както и съдържанието на понятията производители на енергия, изменения на запасите, международна морска бункеровка и др.*<sup>20</sup>

Източниците, от които държавите членки набират данни за енергийните продукти и агрегираните им показатели, са няколко. На първо място това са специално организирани статистически наблюдения, провеждани сред производителите и търговците на първична и преобразувана енергия, сред предприятията за разпределение и пренос, както и сред вносителите и износителите на енергийни продукти. Друг основен източник са статистическите проучвания на крайните ползватели на енергия в секторите на производството, транспорта, както и в други сектори, включително домакинствата. Допълнителна информация осигуряват различни процедури за статистическа оценка или други източници, включително административни, като например регулаторните органи за пазарите на електроенергия и газ.

Енергийната статистика е с годишна периодичност, като събирането на данните започва през юли/август за данните от предходната година чрез предварително изпратени на страните *хармонизирани годишни енергийни въпросници* (обща въпросници на Евростат, ОИСР, МАЕ и ИКЕ на ООН)<sup>21</sup>. През периода септември – януари държавите предоставят нови данни за последната референтна година и възможни ревизии за исторически периоди от време. Всички прехвърляния на данни към Евростат трябва да се осъществяват чрез единна входна точка за данни, която понастоящем се изпълнява от EDAMIS (Electronic Data files Administration and Management Information System)<sup>22</sup>.

---

<sup>20</sup> Регламент (ЕС) № 431/2014... ПРИЛОЖЕНИЕ А.

<sup>21</sup> **Annual** Questionnaires & Reporting Instructions.  
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/methodology/annual>.

<sup>22</sup> **Electronic** Data files Administration and Management Information System.  
[https://webgate.ec.europa.eu/edamis/helpcenter/website/overview/gene\\_present.htm](https://webgate.ec.europa.eu/edamis/helpcenter/website/overview/gene_present.htm)

Налага се изводът, че като краен резултат производството на енергийна статистика осигурява напълно съпоставими данни, дължащи се преди всичко на използването на съвместните въпросници. Евростат проверява доколкото е възможно, дали предоставените данни от държавите членки са в съответствие с предписаната методология, но основните методи за събиране на данни са отговорност на докладващите страни.

Във **втори параграф** са разгледани особеностите на организацията и методологията на статистическите наблюдения на възобновяемите енергийни източници. Статистическото наблюдение на използването на възобновяема енергия започва през 2000 г., когато към общите въпросници за енергийните продукти се включва Въпросникът за възобновяемите енергийни източници и отпадъци<sup>23</sup>. Дотогава набирането на данни, свързани с ВЕИ, става чрез въпросника за изкопаемите твърди горива.

Представена е класификацията на ВЕИ съгласно Ръководството за енергийна статистика<sup>24</sup>, която е в основата на тяхното отчитане. Чрез статистическото наблюдение на ВЕИ се обхващат само тези източници на възобновяема енергия и свързаните с тях технологии, които се считат за икономически жизнеспособни. По смисъла на нормативните документи<sup>25</sup> към тях се отнасят следните енергийни продукти: водна енергия, геотермална енергия, слънчева енергия, енергия на приливите и отливите, вятърна енергия, промишлени отпадъци, битови отпадъци, твърди биогорива, биогаз и течни биогорива.

Последователно са изяснени специфичните особености на отчитане на отделните видове ВЕИ, в т.ч. мерните единици за установяване на техния размер. Акцентирано е, че една от целите на Въпросника за възобновяемите

---

<sup>23</sup> **Renewables** Annual Questionnaire. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/8269745/AQ-2016-Renewables-instructions.pdf/6599102a-6397-4152-80af-a4c30044a2f9>

<sup>24</sup> **Energy** Statistics MANUAL. (2010), с. 116.

<http://www.iea.org/training/toolsandresources/energystatisticsmanual/>.

<sup>25</sup> Регламент (ЕС) № 431/2014 ... ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

енергийни източници<sup>26</sup> е да се въведе стандартизация на използваните мерни единици с оглед облекчаване на процеса на обработката на данните и най-вече осигуряване на необходимата съпоставимост.

Извършен е обстоен анализ на съдържанието на Въпросника за възобновяемите енергийни източници, който съдържа шест таблици, съответстващи на балансовите потоци:

- Таблица 1: Брутно производство на електрическа и топлинна енергия;
- Таблица 2: Сектори „Производство и разпределение“, „Преобразуване“, „Енергетика“ и „Крайно потребление“;
- Таблица 3: Технически характеристики на съоръженията;
- Таблица 4: Производство на твърди биогорива и биогазове;
- Таблица 5: Внос по държави на произход;
- Таблица 6: Износ по държави на местоназначение.

Между данните в отделните таблици и за отделните енергийни продукти съществува неразривна връзка, която се прилага за осъществяване на техническа и логическа проверка. Годишните енергийни данни подлежат на няколко проверки за валидация, сред които: проверки на временните редове, проверки за последователност и пълнота, правдоподобност, проверки за ефективност на трансформацията на енергия и други, съответстващи на нивата 0-3 на ESS.VIP<sup>27</sup> при валидирането. Ако има съмнения по отношение на качеството на данните, Евростат осъществява контакти с националните статистически служби на държавите, които докладват, за да предоставят необходимите обосновки или корекции.

---

<sup>26</sup> **Renewables** annual questionnaire 2016 and historical revisions.

<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/8269745/AQ-2016-Renewables-instructions.pdf/6599102a-6397-4152-80af-a4c30044a2f9>.

<sup>27</sup> **ESS.VIP** on validation. Statistical Data Editing & Validation. [https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/essvalidserv/index.php/Validation\\_in\\_the\\_ESS](https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/essvalidserv/index.php/Validation_in_the_ESS).

Представени са основни аспекти от националната статистическа практика в областта на ВЕИ. Националният статистически институт провежда ежегодно изчерпателни наблюдения за възобновяемите енергийни продукти с електронни статистически формуляри. В обхвата на наблюденията са включени всички производители, големи вносители, износители и потребители на първични и преобразувани енергийни продукти от всички икономически дейности (нефинансови предприятия, съставлящи баланс). Информацията за възобновяемите енергийни продукти е представена в три направления – първична енергия, преобразувана енергия и крайно използване на енергия. Съставени са динамични редове от 2007 г., които са изчислени по съпоставима методология.

Налага се изводът, че българската статистическа отчетност на възобновяемите енергийни източници изцяло е хармонизирана с методологията на Евростат. Изчислените показатели покриват изискванията на Регламент 1099/2008 (изменен с Регламент 147/2013) по отношение на обхвата на енергийните продукти и структурата на потреблението.

**В трети параграф** са представени накратко основните методологически аспекти на използваните при емпиричния анализ методи за анализ на динамика и анализ на структурни изменения.

**Методи за анализ на динамиката.** Статистическата информация, чрез която е изследвано използването на енергия от възобновяеми източници, е представена чрез динамични редове. Анализът им може да се извърши в различни направления и може да бъде диагностичен, прогностичен и номографски<sup>28</sup>.

Аргументиран е изборът на *описателния анализ*, който дава възможност да се изчислят обобщаващите числови характеристики на развитието и да се опишат характерът и силата на изменението на членовете

---

<sup>28</sup> **Иванов, Л., Касабова, С., Шопова, М.** Статистическо изследване и прогнозиране на развитието. Свищов, АИ „Ценов“, 2017, с. 20-22.

на динамичния ред. Това става с помощта на описателните показатели за характеризирани на динамичните редове.<sup>29</sup> Втората насока на описателния анализ е да се разкрие и моделира основната тенденция (трендът) чрез методите за изглаждане на динамичните редове (показателите за плавно развитие). Трендовата линия характеризира плавното изменение в дадено явление, настъпващо във времето, освободено от влиянието на краткотрайните причини и се формира като резултат от влиянието на систематично действащи фактори, а отклоненията – като резултат от случайни причини.<sup>30</sup>

Посочено е, че на основата на извършения описателен анализ, независимо от ограниченията, които поставят кратките динамични редове, ще бъде извършен и *прогностичен анализ* на последващото развитие на основните показатели за ВЕИ при допускането, че същите закономерности ще действат в краткосрочен период. Тъй като всяко прогнозиране има вероятностен характер и се базира на определени предположения, е възможно да се проявят различия между прогнозираните значения и действителните величини на показателите.

Анализираните показатели за производството и потреблението на енергия от възобновяеми енергийни източници формират динамичен ред, чиито елементи представят годишни данни. Описателните показатели<sup>31</sup> за характеризирани на развитието притежават редица предимства като бързо изчисляване, ясна икономическа интерпретация, възможност за разкриване на общите закономерности на явлението.

---

<sup>29</sup> Ангелова, П. Основи на статистиката. Свищов, АИ „Ценов“, 2017, с. 162.

<sup>30</sup> Русев, Ч. Статистически методи за анализ на временни редове. Варна, Унив. изд. ИУ, 1999, с. 46; Величкова, Н., Кацарска, И. Приложение на регресионния и корелационния анализ при моделиране на икономически процеси. София, Техника, 1975, с. 90.

<sup>31</sup> Ангелова, П. Основи на ..., с. 163-165; Иванов, Л. Касабова, С., Шопова. М. Статистическо изследване..., с. 29-55; Величкова, Н. Статистически методи за изучаване и прогнозиране развитието на социално-икономически явления. София, Наука и изкуство, 1981, с. 17-64.

Очертани са етапите на изследването на тенденцията в динамичните редове, характеризиращи развитието на явлението<sup>32</sup>. Те най-общо са сведени до следните – проверка за наличие на тенденция, моделиране на тенденцията, проверка на адекватността на модела, разработване на прогнози на база установените закономерности.

Наличието или отсъствието на тенденция формално може да се установи чрез преглед на графичното изображение на динамичния ред, тъй като графичният образ дава възможност да се придобие най-обща представа за проявените закономерности. Дължината на динамични редове за анализирани показатели е недостатъчна (10 и по-малко години), за да се доверим само на графичния им образ при изследването на тенденцията. За такива случаи са разработени и се използват различни параметрични и непараметрични методи. Аргументирано е решението за приложение на непараметричните критерии чрез ранговите коефициенти на Спирман и на Кендал и непараметричния метод чрез автокорелационния коефициент от първи порядък, поради специфичния характер на анализирани показатели (техните величини зависят повече от природни и климатични фактори, отколкото от икономически и технологични) и кратките редове. Представен е алгоритъмът на проверката за наличие на тенденция по посочените методи.

Моделирането е свързано с построяването на математическа функция на времето  $t$ , подходяща за описване на динамиката в развитието на явлението. Тенденцията представя обобщено закономерностите в развитието на явлението и се разглежда като негова функция. Аргументиран е изборът на полиномните функции за моделиране на тренда. Спецификата

---

<sup>32</sup> За подробности виж: **Иванов, Л. Касабова, С., Шопова. М.** Статистическо изследване..., с. 61-79; **Величкова, Н.** Статистически методи за изучаване..., с. 62-74; **Иванов, Л.** Методи за откриване на тренд. *Народностопански архив*, №1-2, 1994, с. 45-58; **Русев, Ч.** Статистически методи ..., с. 47-68; **Петков, П.** Иконометрия с Gretl и Excel. Свищов, АИ „Ценов“, 2010, с. 75-83, с. 257 и сл.; **Иванов, Л.** Моделиране и прогнозиране на временни редове – статистически аспекти. Библ. Стопански свят, №97, Свищов, АИ „Ценов“, 2009, с. 20 и сл. и др.



на изследваните показатели за производството и използването на възобновяема енергия, както и кратките динамични редове с налични официални данни, са основание освен полиномните функции от първа, втора и трета степен, да използваме и експоненциална функция. Тя е нелинейна функция, но от групата на вътрешнолинейните, които могат да се трансформират в линейни чрез подходяща трансформация на началните данни.

Приема се, че при емпиричния анализ на динамиката на ВЕИ в трета глава за оценка на параметрите на използваните функции за моделиране на тренда ще бъде използван методът на най-малките квадрати, тъй като той има най-голямо практическо приложение за минимизиране на случайните колебания около трендовата линия.

За проверка на адекватността на модела е направен избор от няколко статистически критерия – стандартна грешка на модела, коефициент на детерминация, тест за адекватност (F-критерий на Фишер) и информационни критерии (критерии на Акайке и на Шварц)<sup>33</sup>. Посочени са накратко техните предимства и недостатъци, с което се обосновава решението за използване на: *стандартната грешка, коригирания коефициент на детерминация и теста за адекватност на Фишер.*

Поради важното значение на тренда като основен компонент на развитието се приема, че при разработването на краткосрочни прогнози за бъдещото развитие на възобновяемата енергетика ще бъдат използвани построените трендови модели. Съществено предимство на тези прогнози е, че съществува възможност да се изчислят стохастичните грешки и доверителните интервали на прогнозите при предварително зададена вероятност.

### **Методи за анализ на структурни изменения и различия.**

---

<sup>33</sup> **Иванов, Л. Касабова, С., Шопова. М.** Статистическо изследване ..., с. 117; **Петков, П.** Иконометрия ..., с. 83-87; **Ангелова, П.** Основи на ..., с. 273-276.

Аргументирана е необходимостта от изучаването на структурата на ВЕИ, тъй като това дава възможност да се проследят измененията в относителните дялове на отделните енергоресурси, както и на направленията на тяхното използване. По този начин може да се открие ролята на отделните енергийни източници за икономиката на страната и да се предостави информационна база за вземане на стратегически решения относно енергийната сигурност и енергийната ефективност на национално равнище. Направлението, по което ще бъде изследвана структурата на енергията от ВЕИ, е по видове енергийни източници и направления на използване.

Представени са същността на понятието „статистическа структура“ и подходите за конструиране на измерителите на структурните изменения и различия – статистически и аналитичен.<sup>34</sup> Приема се изводът, че въпреки различните базисни понятия, голяма част от конструираните измерители е възможно да бъдат изведени и чрез двата подхода, което показва сходства в методологичната им обосновка и интерпретацията на получените резултати.<sup>35</sup> На тази основа се обосновава предпочитанието към приложението на статистическия подход и конструираните на негова основа измерители в настоящото изследване.

Представени са единичните и обобщаващите измерители на структурните изменения и различия, като накратко са посочени техните предимства и недостатъци. Аргументиран е изборът на следните показатели: *абсолютни прирасти на относителните дялове* ( $\Delta_v$ ), *индекси*

---

<sup>34</sup> **Шопова, М.** Статистически анализ на структури. Свищов, АИ „Ценов“, 2018, с. 9 и с. 25; **Гатев, К.** Методи за статистически анализ на икономически и социални структури. София, Наука и изкуство, 1987, с. 11-12; **Гатев, К.** Обща теория на статистиката. София, 1986, с. 406-408; **Ангелова, П., Славева, К.** Застрахователна статистика. Свищов, АИ „Ценов“, 2017, с. 359; **Радилов, Д., Косева, Д., Петков, П. и др.** Въведение в статистиката. Варна, 1995, с. 389-391.

<sup>35</sup> **Янкова, Н.** Сравнителен анализ на обобщаващи измерители за структурни изменения (различия). *Статистика*, 2001, №2, с. 20; **Христов, Е.** Измерители на обобщени структурни различия (промени). *Статистика*, 1999, №2, с. 11.

на относителните дялове ( $I_v$ ), относителни прирасти на относителните дялове ( $\Delta_{v\%}$ ), линеен коефициент на абсолютните структурни изменения - обикновен ( $\delta_v$ ) и нормиран ( $\delta_v^*$ ), квадратичен коефициент на абсолютните структурни изменения – обикновен ( $\sigma_v$ ) и нормиран ( $\sigma_v^*$ ). Като универсален обобщаващ измерител на структурните изменения и различия, наложил се в статистическата теория, в настоящото изследване се приема *интегралният коефициент, известен още като коефициент на Гатев*<sup>36</sup>.

Изучаването на вътрешния строеж на явлениято и настъпващите в него изменения е предпоставка за анализ в статика и в динамика. Комплексното изследване на ВЕИ в тези два направления е база за извеждане на закономерности относно същността и развитието на използването на възобновяема енергия.

### **Глава трета**

## **СТАТИСТИКО-ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ЕНЕРГИЯ ОТ ВЪЗОБНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ**

Изложението в трета глава представя резултатите от извършен статистико-икономически анализ на тенденциите в индикаторите за оценка напредъка на България в областта на енергията в контекста на Стратегия „Европа 2020“ за периода 2004-2016 г. Изследвана е динамиката на показателите за характеризиране използването на енергия от възобновяеми източници и са анализирани структурните изменения и различия на ВЕИ по видове енергийни ресурси и направления за използване за периода 2007-2016 г.

---

<sup>36</sup> Гатев, К. Методи за статистически..., с. 55.

В първи параграф са изследвани състоянието и тенденциите в индикаторите за изпълнението на националните цели в областта на енергетиката. Основният показател е *делът на възобновяемата енергия в брунтното крайно потребление на енергия (Share of renewable energy in gross final energy consumption)*. Съгласно методологията на Евростат и дефиницията на НСИ<sup>37</sup> този показател се изчислява като процентно съотношение между брунтното крайно потребление на енергия от възобновяеми източници и брунтното крайно потребление на енергия от всички източници на енергия, определени с Директива 2009/28/ЕО.

Този индикатор обобщава три показателя, свързани с потреблението на енергията от ВЕИ, в трите основни направления на използване – за производство на електроенергия, за транспорт и за отопление и охлаждане. За характеризиране дела на използване на ВЕИ за производство и потребление на електроенергия се изчисляват следните показатели:

- Дял на електроенергията от ВЕИ в брунтното крайно потребление на електроенергия (*Share of electricity from renewable sources in gross electricity consumption*).
- Дял на енергията от ВЕИ, използвана в транспорта (*Share of energy from renewable sources in Fuel used in all forms of transport*).
- Дял на енергията от ВЕИ, използвана за отопление и охлаждане (*Share of energy from renewable sources in all fuel consumed for heating and cooling*).

Въз основа на данни за посочените показатели за периода 2004-2016 г.<sup>38</sup> са установени следните закономерности в анализираните показатели:

---

<sup>37</sup> **Показатели** за стратегия "Европа 2020". Постигане на целите „20/20/20“ по отношение на климата/енергията. <http://www.nsi.bg/bg/content/803/показатели-за-стратегия-европа-2020>.

<sup>38</sup> Евростат предоставя данни за България от 2004 г. за индикаторите, макар че страната ни се включва активно в изпълнението на целите едва след като е приета за член на Европейския съюз.

Първо, България е една от страните в ЕС, която постига индикативната си цел 16%-ен дял на възобновяемата енергия в брунтното крайно потребление на енергия още през 2012 г. През следващите години индикаторът нараства и в края на периода достига 18,81%. Отчита се обстоятелството, че по-малко от половината страни от ЕС (28) са изпълнили индикативните си цели.

Второ, през 2016 г. *делът на електроенергията от ВЕИ в крайното потребление на енергия* е 2,11 пъти по-голям в сравнение с началото. България заема относително постоянно (около 20-то) място в общото ранжиране на европейските държави.

Трето, *делът на енергията от ВЕИ, използвана в транспорта* се характеризира с интензивни промени – по-слаби в началото и по-ясно изразени в края на периода. За целия период делът на енергията от ВЕИ, използвана в транспорта, нараства над 8 пъти и доближава все повече задължителната за всички страни членки цел от 10%. България заема девето място в Европейския съюз по използване на възобновяема енергия в транспорта с дял от 7,27% през 2016 г.

Четвърто, *делът на възобновяемата енергия, използвана за отопление и охлаждане*, нараства почти два пъти през 2016 г. спрямо 2004 г. – от 14,06% на 27,53% и през целия период надвишава средноевропейското равнище на индикатора. С тези високи показатели България се нарежда на единадесето място сред страните от ЕС (28) през 2016 г.

Във **втори параграф** е анализирана динамиката на следните показатели за характеризиране използването на енергия от ВЕИ за периода 2007-2016 г.:

- Производство на първична енергия от ВЕИ – общо и по енергийни източници;
- Производство на електроенергия от ВЕИ;
- Брутно вътрешно потребление на енергия от ВЕИ;

- Крайно потребление на енергия от ВЕИ;
- Крайно потребление на електроенергия от ВЕИ.

Изчислени са описателните показатели за характеризиране на динамичните редове. Направено е обобщението, че отделните показатели се са с различна интензивност на измененията във времето, но като цяло те нарастват през периода. Динамиката им е представена с подходящи графични изображения.

Извършена е проверка за наличие на тенденция в изследваните динамични редове чрез ранговите коефициенти на Спирман и на Кендал и автокорелационния коефициент от първи порядък. След извършената проверка на хипотезата за наличие на тренд е направен изводът, че *за всички анализирани редове, с изключение на реда „Производство на първична енергия от водна енергия“, има основание да се приеме нулевата хипотеза на наличие на тенденция.* Високите стойности на коефициентите на Спирман и Кендал показват силна зависимост на явлението от фактора време. Автокорелационните коефициенти от първи порядък също са с високи стойности, което е основание да се приеме, че развитието на съответния показател през даден период силно се влияе от състоянието му през предходния период, т.е. ясно се потвърждава наличието на инерционност в динамичните редове.

За моделирането на тенденциите в развитието на изследваните показатели са използвани четири математически функции – на права линия, на параболола, на кубична параболола и на експонента. Чрез приложение на метода на най-малките квадрати са получени оценките на параметрите на апробираните модели. Оценката на адекватността на моделите, основаваща се коригирания коефициент на детерминация, стандартната грешка и F-критерия на Фишер, е основание да се направят следните изводи:

- За моделиране на динамичния ред от данни за брутно вътрешно потребление на енергия е подходяща функцията на *правата линия.*

- За моделиране на динамичните редове за производство на първична енергия от ВЕИ – общо, производство на първична енергия от твърди биогорива, производство на първична енергия от вятъра, производство на първична енергия от слънчева фотоволтаична енергия и крайно потребление на енергия е подходяща функцията на *параболата*.
- За моделиране на производството на електроенергия от ВЕИ е подходяща *кубичната параболола*.
- За моделиране производството на първична енергия от слънчева топлинна енергия и крайното потребление на електроенергия е подходяща *експоненциалната крива*.

Въз основа на избраните трендови модели са разработени краткосрочни прогнози. Изчислени са максималната грешка и доверителните интервали на прогнозите.

В **трети параграф** са анализирани структурните изменения и различия на ВЕИ за периода 2007-2016 г. в следните направления:

- анализ на структурата на производството на първична енергия по видове енергийни източници;
- анализ на структурата на производството на електроенергия по видове енергийни източници;
- трето, анализ на структурата на брутното крайно потребление на енергия от ВЕИ по направления на използване – електроенергия, транспорт и отопление и охлаждане.

Направена е обща характеристика на посочените структури, като се налагат няколко извода:

- Структурата на производството на първична енергия е силно неравномерна, като преобладава дялът на твърдите биогорива и водната енергия. Едновременно с това, се наблюдава положителна тенденция към тяхното намаляване за сметка на интензивното

нарастване дела на „новите“ за България вятърна и слънчева енергия.

- Производството на електроенергия от ВЕИ също се характеризира с крайно неравномерна структура по видове енергийни източници. И тук логично най-голям е относителният дял на водната енергия, който намалява почти два пъти за сметка на многократното увеличение на дела на вятърната и слънчевата енергия, както и появата и нарастването на дела на течните биогорива и някои други ВЕИ.
- Структурата на крайното потребление на енергия от ВЕИ по направления на използване се характеризира с най-голям, но намаляващ, дял на използваната енергия за отопление и охлаждане през целия период. Делът на електроенергията от ВЕИ е относително постоянен – около 1/3 от общия обем.
- Най-динамично променящ се е делът на енергията, използвана в транспорта. През изследвания период той нараства над 11 пъти, което допринася за изпълнението на задължителната цел за потребление на горива от ВЕИ в транспорта.

Интензивността на структурните изменения е измерена чрез обобщаващите показатели за тяхното характеризиране. Чрез интегралния коефициент на структурни различия са измерени различията между анализираниите структури и средноевропейската за 2007 г., 2011 г. и 2016 г. Установени са аналогични закономерности за интензивността на структурните изменения за изследваните показатели – слаби до умерени годишни промени и силни структурни промени в края на периода спрямо началото. По отношение на различията с европейските структури се налага изводът, че са налице силни структурни различия, които проявяват тенденция на намаляване. Това може да се приеме като положително



явление, което води до сближаване на структурата на производството и потреблението на енергия от ВЕИ към средноевропейската му структура.

### **Заклучение**

В заключението на дисертационния труд в синтезиран вид са представени основните резултати от проведеното теоретично и емпирично изследване на използването на енергия от възобновяеми източници съобразно дефинираните изследователска цел и задачи. Установените закономерности показват че развитието на възобновяемата енергетика в България може да се превърне в алтернатива за успешно и устойчиво развитие на енергийната система. Затова трябва да се използват най-рационално подходящите природни условия в оптимално съчетание със социално-икономическите и технологични предпоставки и не на последно място – с резултатите от научни и практико-приложни изследвания.

#### IV. СПРАВКА ЗА ОСНОВНИТЕ НАУЧНИ ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Въз основа на обстойно проучване на основните причини за нарастване на енергийния проблем е обоснована необходимостта от разширяване на възможностите за използване на алтернативни енергийни източници. Недостигът на енергийни ресурси за поддържането на съвременния модел на индустрия и инфраструктура, необходимостта от опазване на околната среда и намаляване неблагоприятното въздействие върху планетарния климат, високите темпове на нарастване на световното население са сред основните предизвикателства, налагащи използването на възобновяеми енергийни източници.

2. Проследено е историческото развитие на научните и технологичните достижения в областта на възобновяемите енергийни източници, въз основа на което са дефинирани техните характерни черти и особености. Превръщането им в предизвикателство към установените енергийни технологии става реалност в края на XX и началото на XXI век, когато се осигуряват реални възможности за възприемането на ВЕИ като алтернатива на изкопаемите енергийни източници.

3. Направен е задълбочен анализ на статистическите наблюдения в областта на енергетиката, в частност – на възобновяемите енергийни източници, на европейско и национално равнище и са изведени техните организационни и методологически особености. Оценено е значението на използваните единни стандарти, хармонизирани методики и съвместни въпросници за производството на статистическа информация с високо качество, сравнимост и съпоставимост и е обоснована важната роля на информационното осигуряване за провеждането на теоретични и приложни изследвания.

4. Установено е мястото на България сред страните от Европейския съюз според индикаторите за оценка на напредъка в областта на климата и енергията въз основа на изследване на закономерностите в тяхното изменение. Налага се изводът, че България успешно изпълнява своите национални цели за

нарастване дела на използваната възобновяема енергия в различните области на нейното приложение.

5. В резултат на анализа на динамиката на показателите за производството и потреблението на енергия от ВЕИ са обосновани закономерности относно развитието им. Аргументиран е изборът на апробираните трендови модели и са направени заключения за тяхната адекватност. Въз основа на установените закономерности са разработени краткосрочни прогнози за анализиранияте показатели и са установени доверителните им интервали.

6. Установени са конкретни закономерности в структурата на ВЕИ по видове източници и направления на използване чрез диференцирано изследване и сравнителен анализ на структурните изменения и различия. Налага се изводът, че интензивните структурни изменения са в положителна посока – непрекъснато нарастване на използваната вятърна и слънчева енергия и сближаване на националната и средноевропейската структура в анализиранияте направления.

# ДЕКЛАРАЦИЯ

## за оригиналност

от Йордан Атанасов Моллов,  
задочен докторант към катедра „Математика и статистика“  
при Стопанска академия „Д. А. Ценов” - Свищов

Декларирам, че представеният от мен дисертационен труд на тема „Статистическо изследване на използването на възобновяема енергия в България“ за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по научна специалност „Статистика и демография” е оригинална авторска разработка. Той съдържа резултати, които са получени при проведени от мен научни изследвания. Изводите, описани и публикувани от други учени, са надлежно цитирани в библиографията.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше училище или научен институт.

Декларатор:

гр. Свищов

(Йордан Атанасов Моллов)

## СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

### А. СТАТИИ:

1. **Моллов, Й.** (2015). Производството на електроенергия от възобновяеми източници – технологични особености и статистически анализ на състоянието. // *Годишен алманах. Научни изследвания на докторанти на СА Д. А. Ценов – Свищов*, книга 10, с. 664-680. ISSN 1313-6542.

2. **Моллов, Й.** (2018). Энергетическая проблема как основа спроса на альтернативные источники энергии. // *Научный взгляд в будущее*, выпуск № 8, том № 2, с. 62-69. ISSN 2415-7538.

### Б. ДОКЛАДИ:

1. **Моллов, Й.** (2017). Статистически анализ на производството и потреблението на електрическа енергия в България. // *Статистиката като наука и практика – традиции и съвременни измерения: Научно-практическа конференция; Сборник доклади, 20.10.2017 г.*, АИ Ценов, с. 383-390. ISBN 978-954-23-1371-7.

2. **Mollov, Y.** (2017). Energy production from renewable sources in the Republic of Bulgaria – situation and trends. // *Modern engineering and innovative technologies*, issue 2, vol. 1, pp. 48-52. ISSN 2567-5273 (Международна научна конференция „Мировые научно-технические тренды `2017“, SWorld, November, Germany 2017).