

Рис. 1 – Зерновка злаков при прорастании

Установлено, что при помещении зерна в электрическое поле возникают токи, обусловленные поляризацией, перераспределением потока электрической индукции, обусловленные слоистой структурой и неоднородностью химического состава. Показано, что для предварительной обработки семян следует брать сухой материал, так как при использовании влажного материала токи будут проходить по поверхности зерна, не затрагивая внутренних слоев, соответственно, не будут создаваться напряженности внутри зерновки и воздействие будет малоэффективно.

Протекание токов внутри зерна, обусловленное поляризацией, связано с поглощением энергии источника поля. Это ведет к нагреву зерновок. Количество поглощенной энергии сильно зависит от частоты. Так как исследованиями установлено, что при низких частотах (50...100 Гц) вектор напряженности электрического поля (E) совпадает с вектором поляризации (P), то в этом случае процессы в семени являются столь медленными, что потери энергии в зерне и его нагрев незначительны.

Заключение

1. Исследование способов подготовки семян к посеву, в том числе и физических, находится среди приоритетов устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли и поддерживается правительствами многих стран, включая Республику Беларусь.

2. Разработка способа интенсификации процесса предпосевной обработки семян путем воздействия на них переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности с целью повышения всхожести и урожайности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов А. М. Электротехнология / А.М.Басов и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
2. Прищеп Л. Г. Эффективная электрификация защитного грунта. – М.: Колос, 1980. – 208 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ENERGY AND ENVIRONMENTAL ESTIMATIONS OF THE EFFICIENCY OF POWER OBJECTS ON THE BASIS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Г. И. Сидоренко¹, С. В. Артемчук²
G. Sidorenko¹, S. Artsiamchuk²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия, sgenergom@yandex.ru

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

²Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь, artemchuk56@mail.ru

²Belarusian State University, ISEU BSU, Minsk, Republic of Belarus

Структура производства энергии в мире меняется в сторону увеличения доли возобновляемых источников энергии. Произошло значительное снижение удельных капитальных вложений в объекты возобновляемой энергетики. На принятие решений значительно влияют оценки энергетической и экологической эффективности жизненных циклов энергообъектов. Включение энергетических и экологических показателей в систему оценок при выборе наиболее эффективных энергетических технологий крайне необходимо и позволит более объективно принимать решение.

The energy production structure in the world is changing towards an increase in the share of renewable energy sources. There was a significant decrease in specific capital investments in renewable energy objects. Decision making is significantly influenced by assessments of the energy and environmental efficiency of the life cycles of power objects. The inclusion of energy and environmental indicators in the assessment system when choosing the most efficient energy technologies is extremely necessary and will allow more objective decision-making.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, энергетическая эффективность, экологическая эффективность, энергетический срок окупаемости, коэффициент энергетической эффективности, потенциал глобального потепления, потенциал окисления, потенциал эвтрофикации.

Keywords: renewable energy, energy efficiency, ecological efficiency, energy payback period, energy efficiency factor, global warming potential, oxidation potential, eutrophication potential.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-314-318>

Многие страны мира всё более активно начинают переходить к устойчивому и ресурсосберегающему пути развития. Структура производства энергии в мире меняется в сторону увеличения доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с последовательным снижением доли углеродной (невозобновляемой) энергетики. Согласно данным в 2020 г. 27 стран Евросоюза впервые получили больше электроэнергии из возобновляемых источников, чем из ископаемых. Доля угля, газа и нефти снизилась до 37%, тогда как ветер, солнце, гидроэнергия и биомасса обеспечили 38 % суммарного объема производства электроэнергии в ЕС, увеличив объемы производства на 10% [1].

За последнее десятилетие в мире с 2010 по 2020 гг. произошло значительное снижение удельных капитальных вложений на строительство энергообъектов на основе ВИЭ. Снижение удельных капитальных вложений на строительство ВЭС составило до 40% и СФЭС до 60%. Для ГЭС, МГЭС, ГеоЭС и БиоТЭС значения капитальных вложений снизились, но не так значительно.

Наиболее динамично развивающимися отраслями ВИЭ являются солнечная и ветровая энергетика, обеспечившие пятую часть всей электроэнергии в ЕС.

В настоящее время в зарубежной практике наряду с экономическими показателями для оценки эффективности энергообъектов используют энергетические и экологические показатели.

В качестве энергетических показателей принимаются: срок энергетической окупаемости (Energy payback time (EPBT)); коэффициент энергетической эффективности (Energy return on investment(EROI)).

Срок энергетической окупаемости показывает время, в течение которого рассматриваемый энергообъект произведённой энергией компенсирует затраты энергии на его создание, эксплуатацию и снятие с эксплуатации. Коэффициент энергетической эффективности представляет собой отношение произведённой энергии на этапе эксплуатации к затраченной энергии в течение жизненного цикла энергообъекта, который состоит из трёх основных этапов: строительство, эксплуатация и снятие с эксплуатации. В качестве основных экологических показателей принимаются: потенциал глобального потепления (Global warming potential (GWP)); потенциал окисления (Acidification potential (AP)); потенциал эвтрофикации (Eutrophication potential (EP)).

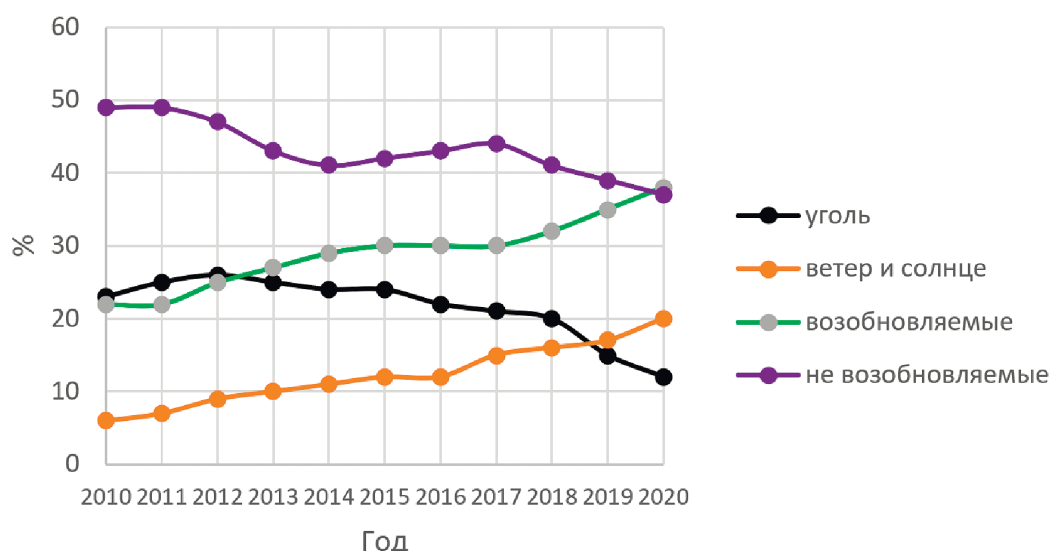


Рис.1 – Динамика роста в % соотношении доли производства электроэнергии возобновляемыми источниками энергии в ЕС-27 и снижение доли полученных от не возобновляемых. Энергетический сектор Европы в 2020 году, публикация Ember и Agora Energiewende от 25 января 2021 года [1]

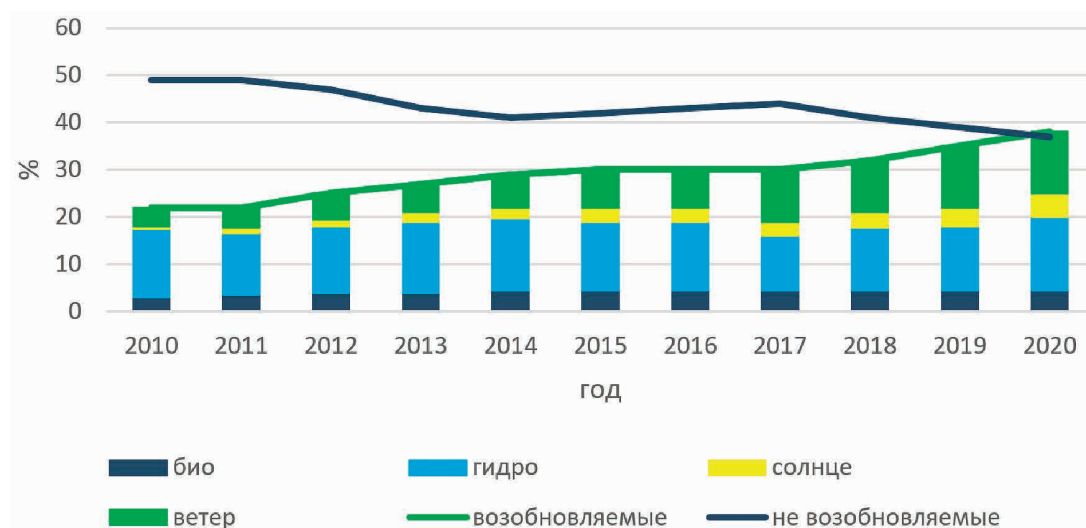


Рис. 2 – Долевое распределение в производстве электроэнергии между возобновляемыми источниками энергии в ЕС-27 [1].

Энергетический сектор Европы в 2020 году, публикация Ember и Agora Energiewende от 25 января 2021 года [1]

Потенциал глобального потепления – показатель, определяющий степень воздействия различных парниковых газов на глобальное потепление; потенциал окисления – показатель характеризующий воздействие на окружающую среду от выбросов загрязняющих веществ, способных образовывать кислоты; потенциал эвтрофикации – показатель, характеризующий ухудшение качества воды в результате накопления в воде биогенных элементов.

Значения показателей экологической эффективности определяются на основе следующих загрязняющих веществ: потенциал глобального потепления рассчитывается на основе CO, CO₂ и CH₄ и измеряется в кгCO₂экв; потенциал окисления – SO₂, NO_x и HCl и измеряется в кгSO₂экв; потенциал эвтрофикации – PO₄, NH₃ и NO_x и измеряется в кгPO₄экв. Каждый из типов загрязняющих веществ имеет свой удельный вес (табл. 1).

Таблица 1 – Экологические показатели и типы загрязняющих веществ [2]

Экологический показатель	Тип загрязняющего вещества	Удельный вес, ед.	Единица измерения
GWP	CO ₂	1	кгCO ₂ экв
	CO	3	
	CH ₄	25	
AP	SO ₂	1	кгSO ₂ экв
	NO _x	0,7	
	HCl	0,9	
EP	PO ₄	0,13	кгPO ₄ экв
	NH ₃	0,33	
	NO _x	0,08	

Результаты многочисленных исследований показывают, что, как правило, ВИЭ, в особенности СФЭС и ВЭС энергетически и экологически эффективнее, чем объекты невозобновляемой энергетики. Ниже в табл. 2 приведены значения экологических и энергетических показателей для энергообъектов возобновляемой и невозобновляемой энергетики.

Отдельно следует отметить, что энергетическая эффективность энергообъектов на основе ВИЭ (в особенности ветровой и солнечной энергетики) за последние 5–10 лет значительно повысилась. Срок энергетической окупаемости наземных ВЭС составляет от 6,6 до 8,5 месяцев; СФЭС 2,5 – 3,8 года и МГЭС 1,28 – 2,71 года соответственно [2]. Следует отметить, что на снижение значений сроков энергетической окупаемости, энергообъектов на основе ВИЭ связано с тем, что в мире за последние 15–20 лет произошло существенное развитие и усовершенствование технологий производства энергетического оборудования и элементов энергообъектов. Больше всего данная тенденция прослеживается для таких энергообъектов, как ВЭС и СФЭС, для которых основная доля затрат энергии в течение жизненного цикла приходится на изготовление основного энергетического оборудования (ветротурбины и ФЭП). Так, например, доля энергозатрат на основное энергетическое оборудование ВЭС составляет порядка 70–85%, а для СФЭС 80–90%.

Увеличение экономической конкурентоспособности энергообъектов на основе ВИЭ, а также их более высокая энергетическая и экологическая эффективность по сравнению с невозобновляемыми источниками энергии способствуют всё более интенсивному развитию энергообъектов на основе ВИЭ в мире.

Таблица 2

Наименование Энергообъекта		Потенциал глобального потепления, гСО ₂ экв на кВт·ч	Потенциал окисления, мгSO ₂ экв на кВт·ч	Потенциал эвтрофикации, мгPO ₄ экв на кВт·ч	Срок энергетической окупаемости, лет
Возобновляемые источники энергии					
ГЭС	Крупные	3.5 – 19.0	18.0 – 29.0	2.5 – 4.0	н. д.
	Малые	11.0 – 23.0	42.0 – 50.0	5.0 – 7.0	2.0 – 6.5
СФЭС	Тонкоплёночные (CIS)	15.0 – 22.0	390.0 – 445.0	24.0 – 29.0	1.4 – 1.8
	Мультикристаллический кремний (mc-Si)	23.0 – 33.0	528.0 – 570.0	44.0 – 52.0	2.4 – 3.0
	Аморфный кремний (a-Sc)	25.0 – 36.0	547.0 – 590.0	50.0 – 59.4	3.5 – 4.0
ВЭС	Наземные	6.9 – 18.0	61.0 – 70.5	4.1 – 6.0	0.6 – 0.9
	Морские	5.0 – 13.1	49.5 – 60.0	2.7 – 3.8	н. д.
ГеоЭС		41.0 – 50.0	853.0 – 910.0	138.0 – 155.0	н. д.
БиоТЭС		15.1 – 49.0	190.0 – 225.0	24.8 – 30.3	5.0 – 7.5
Невозобновляемые источники энергии					
ТЭС	На угле	757.0 – 1085.0	5740.0 – 6300.0	750.0 – 810.0	2.5 – 5.1
	На газе	398.0 – 499.0	3814.0 – 4100.0	609.0 – 640.0	1.9 – 2.3
АЭС		30.0 – 40.0	820.0 – 900.0	61.0 – 70.0	н. д.

Согласно прогнозам, установленная мощность энергообъектов на основе ВИЭ, в особенности ветровой и солнечной энергетики в мире, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе будет продолжать возрастать. Также согласно прогнозам, в мире будет увеличиваться и доля ВИЭ в общем производстве энергии.

В настоящее время энергетическая отрасль России по-прежнему остаётся централизованной (несмотря на то, что свыше 65% территории страны относится к зонам децентрализованного энергоснабжения) и ориентированной на использование невозобновляемых источников энергии. Развитие децентрализованной региональной энергетики, в том числе с использованием энергетических технологий на основе ВИЭ идёт крайне низкими темпами (значительно меньше мировых) несмотря на то, что в настоящее время энергообъекты на основе ВИЭ (в особенности ВЭС и СФЭС) являются вполне экономически конкурентоспособными с невозобновляемыми источниками энергии. Кроме этого области использования ВИЭ очень обширны, они могут работать, как автономно, так и совместно с существующими источниками энергии и снабжать энергией потребителей, не подсоединённых к распределительным сетям централизованных источников энергии.

Среди основных причин, препятствующих развитию ВИЭ в России, помимо недостатка государственной поддержки, ориентированность энергетической отрасли на невозобновляемые источники энергии, централизованного характера системы энергоснабжения можно также выделить и недостаток теоретических и практических научных исследований и обосновывающих эффективность использования ВИЭ. Вместе с тем в зарубежной практике такие исследования активно проводятся, в частности, к ним относятся оценки энергетической и экологической эффективности жизненных циклов энергообъектов, которые показывают, что энергообъекты на основе ВИЭ (в особенности ВЭС и СФЭС) в подавляющем большинстве случаев энергетически и экологически эффективнее, чем невозобновляемые источники энергии.

Выбор наиболее эффективных вариантов энергообъектов в России в настоящее время осуществляется только на основе показателей экономической эффективности. Определение энергетической и экологической эффективности жизненных циклов энергообъектов, в том числе на основе ВИЭ не производится, что не позволяет комплексно подходить к оценке их эффективности. Вместе с тем включение энергетических и экологических показателей в систему оценок при выборе наиболее эффективных энергообъектов крайне необходимо, так как это позволит более объективно, полно и комплексно подходить к оценке их эффективности. В России существует большое количество децентрализованных и энергодефицитных регионов и районов со слабой сетевой инфраструктурой, изношенными энергетическими фондами, но с большим потенциалом ветровой, солнечной, гидравлической энергии и т. д., где использование энергообъектов на основе ВИЭ, таких как ВЭС, СФЭС, ГЭС, МГЭС и др. не только экономически, но и значительно энергетически и экологически эффективнее, чем использование невозобновляемых источников энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. The European Power Sector in 2020 Up-to-Date Analysis on the Electricity Transition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://static.agora-nergiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2020_01_EU-Annual-Review_2020/A-EW_202_Report_European-Power-Sector-2020.pdf – (Дата обращения: 20.03.21).
2. Сидоренко Г. И., Михеев П. Ю. Оценка экологической эффективности жизненных циклов энергетических объектов на основе ВИЭ. / Г. И. Сидоренко, П. Ю. Михеев // Экология и промышленность России. 2017. – № 5. – С. 44 – 49.

3. Baharwani V., Meena N., Dubey A. Life Cycle Analysis of Solar PV System: A Review. International Journal of Environmental Research and Development. 2014. Vol.4. P.183–190.

4. Simon D., Hook M., Wall G. A review of life cycle assessments on wind energy systems. The International Journal of Life Cycle Assessment. 2012. Vol. 7. P.678–687.

КЕМСКАЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ КАК РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПУТЬ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КАРЕЛИИ KEMSKAYA WIND POWER PLANT IS A RATIONAL WAY OF KARELIA'S ENERGY SUPPLY

**Г. И. Сидоренко, В. Е. Стругов
G. I. Sidorenko, V. E. Strugov**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Российская Федерация
Peter the Great St. Petersburg Politechnic University / Civil Engineering Institute, Russia
sgenergom@yandex.ru*

Выполнен анализ топливно-энергетического комплекса Карелии и определена его энергоэффективность. Проведены исследования ветровых ресурсов Карелии и определены наиболее благоприятные места для строительства ВЭС. Представлены результаты исследования структуры скорости ветра в г.Кемь. Обоснован рациональный путь развития энергетики Карелии на основе использования энергии ветра. Определены параметры Кемской ВЭС.

The analysis of the Karelia's fuel and energy complex has been carried out and its energy efficiency has been determined. Studies of Karelia's wind resources have been carried out and the most favorable places for the construction of wind power plants have been determined. The results of studying the structure of wind speed in the city of Kem are presented. The rational way of development of the power industry in Karelia based on the use of wind energy has been substantiated. The parameters of the Kemskaaya wind power plant have been determined.

Ключевые слова: Республика Карелия, энергетическая эффективность, ветроэнергетические ресурсы, ветровая электростанция, Кемь, параметры, производство электроэнергии, коэффициент использования установленной мощности.

Keywords: Republic of Karelia, energy efficiency, wind energy resources, wind power plant, Kem, parameters, electricity production, capacity factor.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-318-321>

Introduction

Karelia's fuel-energy complex includes hydropower plants (with total power 632, 8 MW), heat power plants (478 MW total), and big amount of the boiler plants. All the heat power plants use imported fuel.

In the structure of the fuel-energy resources consumption there were essential changes connected with coal and black oil replacement with natural gas and biofuel. The volume of fuel-energy resources consumption in Karelia is not so high. Fuel-energy resources expense in housing and communal services on the person makes nearby 1,2 tons of coal equivalent (t.c.e.) per person. The Republic of Karelia is at the level of Germany on fuel-energy resources expense per capita – approximately 6,7 t.c.e./person in a year (2000).

One of the major indicators of power efficiency is fuel-energy resources expense on 1000\$ of Gross Regional Product (GRP) production. The comparative characteristic of the regions of North-West Federal District of Russian Federation under the charge fuel and energy resources is given. For Karelia it is 1,3 t.c.e./1000\$ GRP (2000) and 1,5 t.c.e./1000\$ GRP (2008). This value is much bigger than average value in North-West Federal District and 4 times bigger, than in the USA. Certainly, it is partly caused by presence of power-consuming industries and a frigid climate.

For an estimation of a perspective current consumption at level of 2030 the approach within the model [1] is used. Particularly, in one of scenarios development of the Pudozhsky mega-project focused on extraction of ores of nonferrous metals is supposed. Only electric power requirement for this project is estimated in 4 TW h.

Substantially volume of local and renewable energy sources usage will depend on predicted volumes of fuel and energy consumption in Republic. The real current consumption mostly corresponds to the moderate development scenario.