



# ПЕДАГОГІКА

УДК 620.9:378.1

## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И РОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ В ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

**Л.А. Липницкий, В.А. Пашинский, А.А. Бутько**

*Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ*

*Использование возобновляемых источников является наиболее актуальным способом получения энергии. Это требует экологического просвещения общества и подготовки специалистов по возобновляемой энергетике, в связи с чем важно создавать необходимые образовательные программы в указанном направлении.*

*Цель статьи – проанализировать аспекты развития возобновляемых источников энергии и определить роль, значение и методы образования в их реализации.*

**Материал и методы.** *Материалом послужили статистические данные международных и отечественных исследований, государственные программные и нормативные документы, электронные информационные ресурсы, публикации специалистов в периодических изданиях. Для достижения поставленной цели применялись методы: анализ научных и документальных источников, изучение опыта деятельности, экспертная и самооценка. На основании проведенных исследований и анализа выделены методы организации образования в области возобновляемых источников энергии.*

**Результаты и их обсуждение.** *Анализ развития энергетики за последнее десятилетие и прогноз на будущее показывает неизбежность использования возобновляемых источников энергии как наиболее перспективного способа получения энергии. Для развития возобновляемой энергетики в республике в Международном государственном экологическом институте имени А.Д. Сахарова БГУ была создана образовательная программа, включающая ряд специальных дисциплин и позволяющая получать специалистов в указанной области. Для актуальности данной программы в дальнейшем необходимо поддерживать учебную и лабораторную базу на современном уровне, организовывать практику на передовых предприятиях страны и мира, а также проводить профориентационную и просветительскую работу на уровне учреждений среднего образования, формируя у молодежи экологическое сознание.*

**Заключение.** *Развитие возобновляемой энергетики невозможно без организации предложенных образовательных программ, поддержания их актуальности, информационно-просветительских мероприятий.*

**Ключевые слова:** *возобновляемые источники энергии, образование, образовательная программа, производство, ресурсы, специалисты.*

## MODERN ASPECTS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES DEVELOPMENT AND THE ROLE OF EDUCATION IN THEIR IMPLEMENTATION

**L.A. Lipnitski, V.A. Pashynski, A.A. Butsko**

*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University*

*The use of renewable sources is the most relevant way to obtain energy. This requires environmental education of society and training specialists in renewable energy. In this regard, it is relevant to determine the necessary educational programs in this direction.*

*The purpose of the article is to analyze the aspects of the development of renewable energy sources and determine the role, importance and methods of education in their implementation.*

**Material and methods.** The material for the study was statistical data of international and domestic research, state program and regulatory documents, electronic information resources, publications in periodicals. To achieve this goal, research methods were used: analysis of scientific and documentary sources, study of experience, expert and self-assessment. On the basis of the research and analysis, methods of organizing education in the field of renewable energy sources were determined.

**Findings and their discussion.** Analysis of energy generation industry development over the past decade and forecast for the future show the inevitability of the use of renewable energy sources as the most promising way to obtain energy. For the development of renewable energy generation in the Republic at BSU International Sakharov State Ecological Institute, an educational program was created that includes a number of special disciplines and makes it possible to train specialists in this area. For the relevance of this program in the future, it is necessary to maintain the educational and laboratory base at a modern level, organize practice at the leading enterprises of the country and the world, as well as carry out vocational guidance and educational work at the level of secondary education institutions, shaping environmental awareness among young people.

**Conclusion.** The development of renewable energy is not possible without organizing the proposed educational programs, maintaining their relevance, information and educational activities.

**Key words:** renewable energy sources, education, educational program, production, resources, specialists.

**П**остоянный рост потребления энергии в мире ведет к неизменному увеличению ее производства и спросу на энергоносители. Развитие цивилизации и улучшение условий жизни человечества всегда сопровождалось созданием новых способов преобразования энергии, поиском ее доступных источников и в итоге возрастающим энергопотреблением [1].

При этом получаемые в результате переработки традиционных видов топлива выбросы стали оказывать негативное воздействие на воздушный и водный бассейны. Данная проблема во второй половине XX века привела к необходимости исследования экологически чистых возобновляемых источников энергии. Единственной рациональной альтернативой ископаемому углеводородному топливу явились возобновляемые источники энергии, основанные на использовании солнечной радиации, энергии ветра, энергии, получаемой из биомассы и биогаза, термальной и энергии течений и приливов [2]. Неисчерпаемость, универсальность и доступность ресурсов возобновляемых источников по сравнению с другими источниками энергии привели к опережающему их развитию.

Цель статьи – проанализировать аспекты развития возобновляемых источников энергии и определить роль, значение и методы образования в их реализации.

**Материал и методы.** Материалом послужили статистические данные международных и отечественных исследований, государственные программные и нормативные документы, электронные информационные ресурсы, публикации специалистов в периодических изданиях. Для достижения поставленной цели применялись методы: анализ научных и документальных источников, изучение опыта деятельности, экспертная и самооценка. На основании проведенных исследований и анализа выделены методы организации образования в области возобновляемых источников энергии.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ развития энергетики за последние 10 лет показывает, что при общем росте энергопотребления в мире количество энергии, получаемое за счет традиционных источников, имеет незначительный рост, тогда как количество производимой энергии с использованием возобновляемых источников выросло более чем в 2,5 раза (рис. 1) [3].

По информации Международного энергетического агентства лидерами в производстве энергии с применением возобновляемых источников являются по состоянию на 2019 г. Китай (65,3 ГВт), Европа (33,9 ГВт) и Соединенные Штаты Америки (22,0 ГВт) [4]. Уровень производства возобновляемой энергии в европейских странах отличается и зависит от ряда особенностей. Наибольшие темпы роста отмечаются в Австрии, Швейцарии и Германии. Для сравнения в Польше, где сохранилась централизация энергетического сектора, еще активно используется каменный уголь и есть энергетическая зависимость от России, производство возобновляемой энергии в два раза ниже, чем в среднем в Европейском союзе [2]. Кризис, связанный с пандемией COVID-19, оказал негативное влияние, но не остановил опережающий рост возобновляемых источников энергии [5]. Поэтому в 2020 г. мощность возобновляемых источников возросла на 167 ГВт, что составило на 6% больше, чем в 2019 г.

По данным компании BP на долю возобновляемых источников энергии, не считая гидроэнергетику, в 2040 г. будет приходиться до 30% от всей производимой электрической энергии. Доля атомной и гидроэнергетики при этом составит в сумме 22% [6] (рис. 2). Республика Беларусь не располагает существенными запасами ископаемых топливно-энергетических ресурсов. Поэтому в стране также идет резкий рост производства электроэнергии с использованием возобновляемых источников энергии. Вопросы производства, передачи и потребления данных ресурсов регулируются Законом Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии».

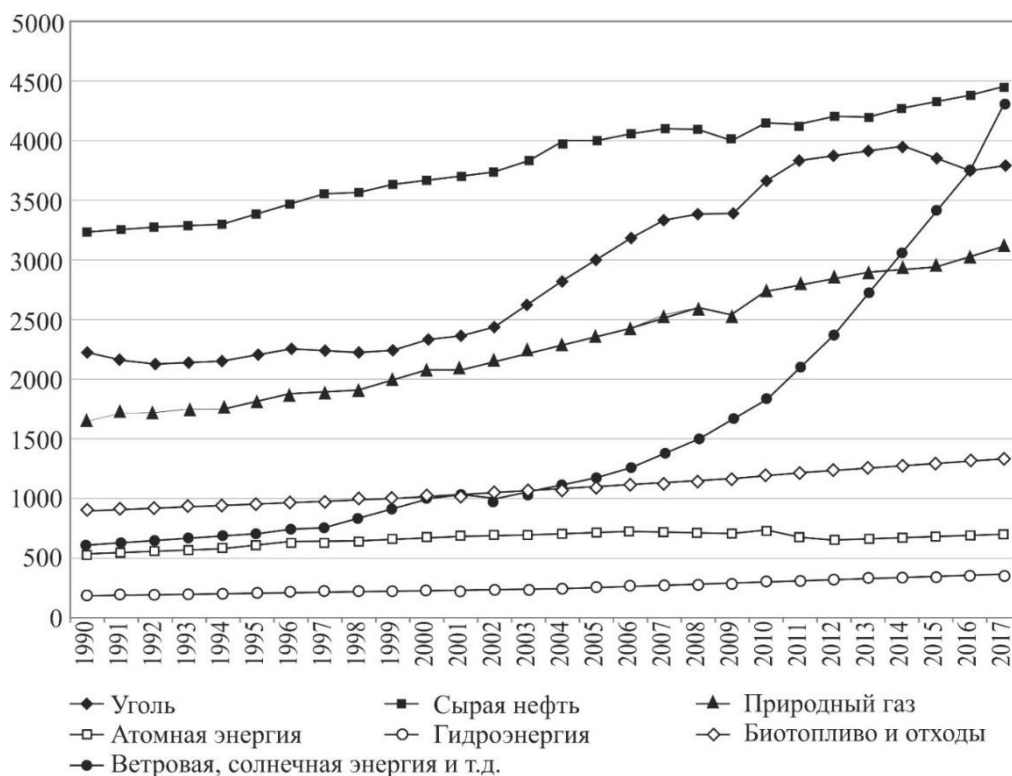


Рис. 1. Динамика мирового баланса энергопотребления в мире, млн нефтяного эквивалента

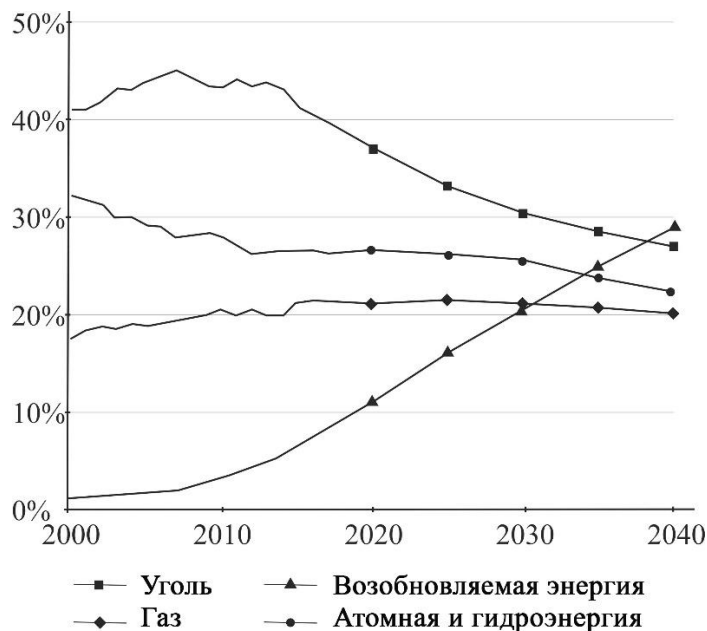


Рис. 2. Структура генерации электроэнергии по видам топлива в мире

В настоящее время в Беларуси существуют квоты на установленную мощность альтернативных источников энергии. При этом доля возобновляемых источников к 2020 году была запланирована в размере 6% [7].

Если в 2013 г. в республике с помощью солнечной энергии вырабатывалось 0,4 млн кВт·ч, то уже в 2016 году это значение увеличилось до 28 млн кВт·ч [8]. Также отмечается резкий рост производства электроэнергии в стране с помощью ветряного потенциала, который оценивается от 288 до 400 млрд кВт·ч/год. Если в 2010 году с помощью ветроустановок в Беларуси был произведен

1 млн кВт·ч электроэнергии, то в 2018 году это значение увеличилось до 99 млн кВт·ч [9]. Постепенно развивается биоэнергетика. В 2010 г. с помощью биогазовых установок было выработано 3,14 тыс. т условного топлива, а в 2016 году это значение возросло до 13,4 тыс. т условного топлива [8]. Суммарный гидропотенциал республики оценивается в 900 МВт [10].

Производство электроэнергии от различных технологий возобновляемой энергетики в Республике Беларусь в 2018 году приведено на рис. 3 [11]. Из данного рисунка видно, что основными технологиями возобновляемых источников энергии для страны являются биоэнергетика, энергия солнца, ветра и воды.

Применение современных технологий, связанных с использованием возобновляемых источников энергии, безусловно, требует определенного уровня знаний, которые необходимы как специалистам, так и обществу. Актуальность введения образования в данной области на различных уровнях признана во всем мире. Правильное использование природных ресурсов, частью которых являются возобновляемые источники энергии, и изменение к этому отношения общества возможно при организации соответствующего образования и продвижении принципов устойчивого развития. Этот вопрос был впервые поднят на Стокгольмской конференции 1972 г. и закреплен в Декларации Конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды. В 1987 году Международная комиссия по окружающей среде и развитию (МКОСР) подготовила «Доклад Комиссии Брундтланд», где говорится, что мы должны базироваться на принципах устойчивого развития, которые обязаны обеспечивать «потребности нынешнего поколения, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять их собственные потребности».

Образование необходимо прежде всего там, где развитие возобновляемых источников энергии находится на начальной стадии и в перспективе ближайших десятилетий будет играть заметную роль в энергетической стратегии. Первые попытки внедрения образования в области возобновляемой энергии появились сразу после нефтяного кризиса 1973 года. Спустя два десятилетия, в конце 1990-х годов, некоторые страны включили образование в области возобновляемых источников энергии в свои академические программы, что было обусловлено нарастанием глобальных климатических проблем [12].

Целью образования специалистов в области возобновляемой энергетики должно быть понимание важности развития и использования этих источников энергии, формирование навыков и знаний по применению технологий получения энергии на основе возобновляемых источников энергии.

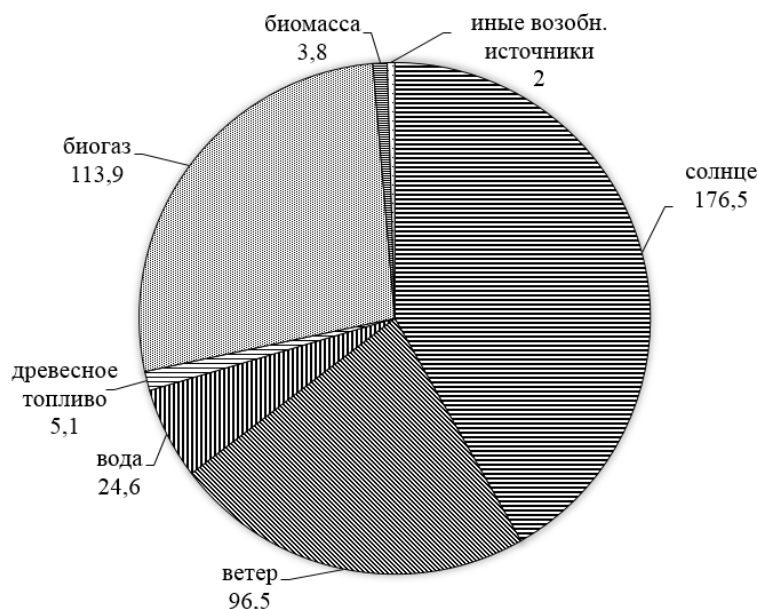
Поскольку образование является одной из наиболее эффективных задач для решения проблем, стоящих перед обществом, то становится очевидным, что образование имеет определяющее значение для фундаментальных знаний и понимания концепций, принципов и технологий в области возобновляемых источников энергии в большинстве академических учреждений.

Проведение обучения в области возобновляемых источников энергии следует начинать не в университете, а гораздо раньше с разработки соответствующих образовательных программ.

В связи с этим необходимо сформулировать основные характеристики программы в области энергетического образования. Для этого нужно ответить на несколько ключевых вопросов: для кого предназначен курс/программа? каковы должны быть цели программы? когда и где планируется проводить обучение? какие методы энергетического образования следует использовать?

Вполне очевидно, что при разработке подобной программы следует: включать характеристики всех источников энергии; учитывать все аспекты энергетических технологий (оценка ресурсов, технологии, экономика и энергия, социокультурные вопросы, экология и воздействие на окружающую среду); адаптировать программу к различным уровням детализации и разным аудиториям (например, учащиеся школ, студенты высших технических заведений, специалисты); адаптировать программу энергетического образования к местным условиям; обеспечить энергетическое образование на доступном и понятном языке; использовать в ходе обучения соответствующие учебные пособия; поддерживать баланс между теорией и практикой.

В широком масштабе образование в области возобновляемых источников энергии должно быть направлено на все население с целью понимания необходимости соответствующих изменений, как в сознании людей, так и энергетической сфере, а поэтому становится очевидным создание учебных программ на разных уровнях исходя из их важности.



**Рис. 3. Производство электроэнергии возобновляемыми источниками в Беларуси в 2018 году, млн кВт·ч**

Обучающие программы должны быть включены в ряд ступеней образовательного процесса. На первом этапе внедрение соответствующего образования включает программу возобновляемых источников энергии в учебные программы подготовки специалистов в области как инженерных, так и прикладных наук, а также для кратких подготовительных курсов. Но для правильного понимания необходимости трансформации способов получения энергии и изменения в энергетической политике требуется хорошо спланированная система образования.

Важную роль играет получение соответствующего образования в рамках школьной программы. И тут первые усилия должны предприниматься для внедрения программы по возобновляемой энергии в старших классах средних школ. Прежде всего, это помогает понять целесообразность развития экологической направленности экономики и экологической ответственности людей.

Изучение возобновляемых источников энергии, связанное с темами и вопросами использования существующих ресурсов и технологий, следует внедрять и в образовательную программу высших учебных заведений. При этом учебная программа возобновляемых источников энергии должна учитывать несколько факторов: информативный, технологический, изобретательный и экономический. Программе энергетического образования необходимо способствовать дальнейшему трудоустройству студентов и соответствовать глобальным задачам в данной области.

На базе университетов в качестве самостоятельного уровня должно быть представлено последипломное образование по технологиям возобновляемых источников энергии или в качестве факультативов в области инженерии.

Одной из основных целей любой программы образования в области возобновляемых источников энергии является формирование у учащихся серьезного осознания причин и следствий нынешнего энергетического кризиса. Студенты должны понимать базовые различия невозобновляемых и возобновляемых источников энергии, существующие технологии, связанные с обоими типами энергии, потенциал возобновляемых источников энергии, экономические, экологические и социальные аспекты подобных технологий. Студентам важно понять последствия, возникающие от применения различных видов энергии. Необходимо предоставить студентам возможность предложить альтернативные стратегии для решения энергетических кризисов и обеспечить больше энергии для улучшения качества жизни. При этом одной из целей образования должна стать согласованность этапов формирования знаний в области возобновляемых источников энергии и технологий на разных уровнях: в школах, колледжах и университетах.

В связи с вышеуказанным очевидна актуальность создания образовательных программ по возобновляемым источникам энергии для Республики Беларусь. В контексте этой задачи в Международном государственном экологическом институте имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета на кафедре энергоэффективных технологий был проведен анализ обозначенных вопросов и разработана образовательная программа по подготовке инженеров-энергоменеджеров по специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». Подготовка предусматривает получение высшего образования I ступени по очной форме обучения и заочной сокращенной форме для выпускников энергетических и электротехнических специальностей. Структура образовательной программы направлена на изучение всех видов возобновляемых энергетических ресурсов, присутствующих в Беларуси: солнечных, ветровых, геотермальных, биоэнергетических и гидроэнергетических, – и экологических аспектов использования различных видов энергии и возможных последствий для окружающей среды.

С этой целью подготовлен ряд специальных дисциплин по возобновляемым источникам энергии, а также энергетические и общетехнические дисциплины, без знания которых невозможно понять и освоить все тонкости использования возобновляемых источников энергии. К тому же в учебную программу добавлены и другие необходимые учебные компоненты, позволяющие студентам стать специалистами высокого уровня в данной области.

К дисциплинам по возобновляемым источникам энергии относятся: возобновляемые источники энергии; вторичные энергетические ресурсы; менеджмент возобновляемых энергетических ресурсов; основы проектирования объектов возобновляемой энергетики; ветроэнергетика; биоэнергетика; геотермальная энергетика; гидроэнергетика.

Доля учебных часов на дисциплины по возобновляемым источникам энергии составляет треть от общего количества часов, выделенных на технические дисциплины, что обеспечивает оптимальное соотношение, позволяющее получить необходимую теоретическую подготовку для освоения предметов, непосредственно связанных с возобновляемой энергетикой.

Теоретическая подготовка тесно взаимосвязана с лабораторными и практическими работами. Учебные лаборатории оборудованы биогазовой лабораторией, моделями солнечных коллекторов, ветро- и гидроустановок, стендами по различным видам топлива. Для проведения занятий кроме лабораторных стендов по некоторым предметам используется компьютерная техника с применением современных программ моделирования различных энергетических процессов, что позволяет оценить и понять ряд явлений и закономерностей, которые нельзя смоделировать в условиях обычной лаборатории или увидеть наглядно. Также студенты активно привлекаются к студенческой научно-исследовательской работе по возобновляемым источникам энергии и делают доклады на международных научных конференциях, в том числе на английском языке.

Несмотря на наличие неплохой лабораторной базы для поддержания учебного процесса на современном уровне в дальнейшем и для более полного и всестороннего понимания студентами процессов получения и преобразования энергии необходимо постоянное совершенствование лабораторной базы с учетом последних достижений в науке и технике. Также целесообразна организация практик студентов на передовых предприятиях республики и за рубежом, где накоплен большой опыт использования возобновляемых источников энергии. Для этого налажено сотрудничество со специалистами Германии и Австрии, где накоплен большой опыт в области возобновляемой энергетики.

Для формирования экологического мировоззрения у школьников с нацеливанием их на получение дальнейшего инженерного образования, в том числе по специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» в МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, необходима организация следующих мероприятий:

- просвещение учащихся средних школ о важности изменения отношения к окружающей среде и использованию возобновляемых источников энергии;
- создание при учреждениях дополнительного образования детей и молодежи экологических кружков, в том числе с техническим уклоном, где учащиеся могли бы не только узнавать, но и проводить интересные, познавательные эксперименты по получению энергии с помощью альтернативных источников;
- активизация всех возможных способов проведения профориентационной работы среди учащихся школ, технических кружков учреждений дополнительного образования, колледжей, подготовли-

ваущих специалистов в области энергетики и электрооборудования, предприятий энергетической отрасли с целью информирования учащихся и специалистов о подготовке на кафедре инженеров по энергоэффективным технологиям и энергетическому менеджменту.

**Заключение.** Использование возобновляемых источников энергии является единственной реальной альтернативой ископаемым видам топлива. Благодаря своим преимуществам, прежде всего экологичности, рост производства возобновляемой энергии идет опережающими темпами и соответствует принципам устойчивого развития.

Развитие возобновляемой энергетики невозможно без организации всесторонних образовательных программ. С этой целью в Международном государственном экологическом институте имени А.Д. Сахарова БГУ была создана программа по подготовке инженеров-энергомеджеров, являющихся специалистами в области возобновляемых источников энергии. Большую часть образовательной программы составляют энергетические дисциплины, из которых ведущую роль играют дисциплины по возобновляемой энергетике.

Для того чтобы подготовка специалистов велась на должном уровне, необходимы постоянное совершенствование учебной и лабораторной базы, организация практики студентов на передовых предприятиях. Для формирования у подрастающего поколения экологического мировоззрения, а также для подготовки будущих студентов в области возобновляемой энергетики целесообразно организовать ряд информационных и просветительских мероприятий в системе среднего образования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ушаков, В.Я. Основные проблемы энергетики и возможные способы их решения / В.Я. Ушаков // Известия ТПУ. – 2011. – № 4. – С. 5–13.
2. Chodkowska-Miszczuk, J. Znaczenie edukacji w zakresie odnawialnych źródeł energii w upowszechnianiu zasad rozwoju zrównoważonego / J. Chodkowska-Miszczuk, S. Środa-Murawska, J. Biegańska // *Ekonomia i środowisko*. – 2016. – № 1. – Str. 180–198.
3. О состоянии и перспективах развития возобновляемых источников энергии в мире и Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belchemoil.by/news/analitika/vozobnovlyaemaya-energetika-standovitsya-samym-bystro-razvivayushhimsya-vidom-generacii>. – Дата доступа: 20.04.2021.
4. Renewable energy market update [Electronic resource]. – Mode of assess: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/2020-and-2021-forecast-overview>. – Date of access: 20.04.2021.
5. The impact of the Covid-19 crisis on clean energy progress [Electronic resource]. – Mode of assess: <https://www.iea.org/articles/the-impact-of-the-covid-19-crisis-on-clean-energy-progress>. – Date of access: 20.04.2021.
6. BP Energy Outlook [Electronic resource]. – Mode of assess: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>. – Date of access: 20.04.2021.
7. Закревский, В.А. Возобновляемая энергетика – «за» и «против» / В.А. Закревский // Энергетическая стратегия. – 2017. – № 1. – С. 11–13.
8. Статистический ежегодник Республики Беларусь. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2017. – С. 300–301.
9. Промышленность Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019. – С. 150.
10. Рэкі і каналы // Беларуская энцыклапедыя: у 18 т. / рэдкал.: Г.П. Пашкоў [і інш.]. – Мінск: Беларус. энцыкл., 2004. – Т. 18, ч. 2. – С. 49.
11. Энергетика в цифрах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by>. – Дата доступа: 20.04.2021.
12. Xie, Y. The present status and challenges of wind energy education and training in China / Y. Xie, Y. Feng, Y. Qiu // *Renew Energy*. – 2013. – № 60. – P. 34–41.

### REFERENCES

1. Ushakov V.Ya. *Izvestiya TPU* [Journal of TPU], 2011, 4, pp. 5–13.
2. Chodkowska-Miszczuk Y., Sroda-Muravska S., Bieganska Y. *Ekonomia i srodnisko* [Economics and environment], 2016, 1, pp. 180–198.
3. *O sostoyanii i perspektivakh razvitiya vozobnovlyaemykh istochnikov energii v mire i Belarusi* [On the state and prospects of development of renewable energy resources in the world and Belarus], Available at: <https://belchemoil.by/news/analitika/vozobnovlyaemaya-energetika-standovitsya-samym-bystro-razvivayushhimsya-vidom-generacii> (Accessed 20.04.2021).
4. Renewable energy market update, Available at: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/2020-and-2021-forecast-overview> (Accessed 20.04.2021).
5. The impact of the Covid-19 crisis on clean energy progress, Available at: <https://www.iea.org/articles/the-impact-of-the-covid-19-crisis-on-clean-energy-progress> (Accessed 20.04.2021).
6. BP Energy Outlook, Available at: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html> (Accessed 20.04.2021).
7. Zakrevski V.A. *Energeticheskaya strategiya* [Energy strategy], 2017, 1, pp. 11–13.
8. *Statisticheski yezhegodnik Respubliki Belarus* [Statistical Yearbook of the Republic of Belarus], Minsk, Natsionalny statisticheski komitet Respubliki Belarus, 2017, pp. 300–301.
9. *Promyshlennost Respubliki Belarus. Statisticheski sbornik* [Industry of the Republic of Belarus. Statistical compilation], Minsk, Natsionalny statisticheski komitet Respubliki Belarus, 2019, pp. 150.
10. Pashkov G.P. *Reki i kanaly. Belaruskaya encyklopedyya* [Rivers and channels. Belarusian encyclopedia], Minsk, Belarusskaya entsiklopediya, 2004, 18, part 2, pp. 49.
11. *Energetika v tsifrakh* [Energy Generation Industry in Numbers], Available at: <https://minenergo.gov.by> (Accessed 20.04.2021).
12. Xie Yuan, Feng Yanhui, Qiu Yingning The present status and challenges of wind energy education and training in China / Yuan Xie, Yanhui Feng, Yingning Qiu // *Renew Energy*. – 2013. – № 60. – P.34–41.

Поступила в редакцию 06.05.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: leonid-l@tut.by – Липницкий Л.А.