


Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по учебной и воспитательной работе
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
И. Э. Бученков 
«24» сентября 2020 г.
Регистрационный № УД-934-20/уч.



ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности
1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент»

Минск 2020

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования (ОСВО) 1-43 01 06-2013 и учебных планов 42-14/уч. от 01.09.2014 г. и 109-18/уч. з. от 31.08.2018 г. по специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. А. Бутько, старший преподаватель кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

(протокол № 3 от 29.10.2022)

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

(протокол № 4 от 22.12.2020)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Возобновляемые источники энергии» является неотъемлемым звеном подготовки специалистов в области энергоэффективных технологий.

Эффективное использование возобновляемых источников энергии, требует высококвалифицированных кадров, подготовка которых ведется в рамках специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». Содержание курса включает вопросы о путях использования возобновляемых источников энергии, подхода к постановке и решению проблем эффективного их применения, о принципах функционирования, достоинствах и недостатках в практическом применении.

Цель учебной дисциплины – формирование профессиональных знаний, умений и практических навыков в области использования возобновляемых источников энергии.

Задачи дисциплины:

- изучить характеристики объектов возобновляемой энергетики, современные методы их использования, проблемы и перспективы развития;
- изучить современные инженерные методики, положенных в основу расчета объектов возобновляемой энергетики и оценки их эффективности на базе анализа существующих систем и их элементов с целью разработки и внедрения необходимых решений для повышения энергоэкономической эффективности;
- изучить основы проектирования и эксплуатации объектов возобновляемой энергетики и выполнение исследовательских работ;
- формирование понимания основных тенденций и направлений в совершенствовании энергетических систем на базе возобновляемых энергоресурсов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- физические процессы, лежащие в основе использования возобновляемых источников энергии;
- принципы работы и основные характеристики объектов возобновляемых источников энергии;
- конструкции и условия работы основных элементов и вспомогательного оборудования объектов возобновляемых источников энергии;

владеть:

- методами планирования использования возобновляемых источников энергии;
- процессами и устройствами использования возобновляемых источников энергии;

уметь:

- использовать научно-техническую литературу при решении инженерно-технических задач;
- анализировать условия эксплуатации основных элементов и вспомогательного оборудования объектов возобновляемых источников энергии;
- оценивать эффективность внедренных технических решений и перспективность их применения на конкретных объектах.

Изучение учебной дисциплины «Возобновляемые источники энергии» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Топливо и его использование», «Механика жидкости и газа», «Теплопередача», «Термодинамика».

Для формирования современных компетенций будущего специалиста в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики и технологии активного обучения, которые вовлекают студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач.

Методики и технологии активного обучения включают самостоятельную работу студентов (СРС), проблемные лекции с применением мультимедийного комплекса, проведение тестирования по отдельным разделам и дисциплине в целом, письменные контрольные работы, устный опрос во время практических занятий и лабораторных работ, написание рефератов по отдельным вопросам дисциплины.

Для оценки качества самостоятельной работы студентов осуществляется контроль за ее выполнением. Формы контроля самостоятельной работы студентов могут проводиться в виде собеседования, проверки и защиты индивидуальных расчетных заданий, коллоквиумов, контрольных работ, тестирования, курсовой работы, устного или письменного экзамена и т. д.

В соответствии со стандартом специальности и типовым учебным планом дисциплина «Возобновляемые источники энергии» изучается в объеме 170 ч, в том числе для очной формы обучения 86 ч аудиторных, из них 54 ч – лекции, 16 – лабораторные, 16 ч – практические занятия. Для заочной формы обучения 20 ч аудиторных, из них 12 ч – лекции, 4 ч – лабораторные, 4 ч – практические занятия.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен в V семестре (для очной формы получения высшего образования), экзамен в III семестре (для заочной формы получения высшего образования).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Состояние и тенденции развития гелиоэнергетики

Роль гелиоэнергетики в мировой структуре топливно-энергетического баланса. Современное состояние и тенденции развития гелиоэнергетики в мире. Современное состояние и тенденции развития гелиоэнергетики в Республике Беларусь.

Тема 2. Характеристика солнечной радиации и радиационного баланса

Состав и строение Солнца. Характеристика лучистой энергии Солнца. Спектральное распределение солнечной радиации. Солнечная постоянная. Прямая, рассеянная, отраженная, суммарная солнечная радиация. Ослабление потока солнечной радиации: закон Буге, Ми, Релея, абсорбция. Радиационный баланс солнечного излучения.

Тема 3. Организация проведения актинометрические наблюдений в Республике Беларусь

Метеорологические и оптические характеристики атмосферы, влияющие на проведение актинометрических наблюдений. Правила и условия выполнения срочных и непрерывных наблюдений. Приборы и оборудование регистрации солнечной радиации и продолжительности солнечного сияния. Обработка результатов срочных и непрерывных наблюдений.

Тема 4. Методы оценки поступления солнечной радиации

Методы оценки поступления солнечной радиации. Эмпирические методы оценки поступления суммарной, прямой и рассеянной солнечной радиации при проектировании объектов гелиоэнергетики.

Тема 5. Астрономические факторы поступления солнечной радиации на свободно ориентированную поверхность

Влияние астрономических факторов на приход прямой, рассеянной и отраженной солнечной радиации. Расчет поступления часовых, дневных, месячных сумм солнечной радиации поступающей на свободно ориентированную поверхности.

Тема 6. Фотоэлектрические системы

Электрификация децентрализованных потребителей. Классификация систем электроснабжения децентрализованных потребителей: требования к количественным характеристикам электроснабжения; классификация услуг по электроснабжению; рекомендации по выбору подсистем производства электроэнергии. Конструкции фотоэлектрических батарей в фотоэлектрических системах: структура фотоэлектрической батареи; влияние на фотоэлектрическую батарею компонентов контура потребления фотоэлектрической системы; влияние рабочей температуры; базовые параметры фотоэлектрической батареи. Мощность фотоэлектрической батареи. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи в фотоэлектрических системах: условия эксплуатации аккумуляторов и аккумуляторных батарей; расчет характеристик аккумуляторов и аккумуляторных батарей. Контроллеры заряда в фотоэлектрических системах: функции и требования к контроллерам заряда; расчет характеристик контроллеров заряда. Инверторы в фотоэлектрических системах: функции и требования к инверторам; расчет характеристик инверторов. Требования электробезопасности в фотоэлектрических системах: защита от поражения электрическим током; защита от сверхтоков; защита от электрических дуг; защита от замыканий на землю; заземление и уравнивание потенциалов; заземление индивидуальных и коллективных систем электроснабжения; молниезащита. Приемка и обследование фотоэлектрических систем: требования к системным документам фотоэлектрических систем; верификация фотоэлектрических систем. Приемка, эксплуатация, техническое обслуживание и замена оборудования децентрализованной системы электроснабжения: процессы приемки, эксплуатации, технического обслуживания и замены оборудования; условия деятельности по приемке, эксплуатации, техническому обслуживанию и замене оборудования и рекомендации по ее осуществлению.

Тема 7. Активные системы солнечного тепло- и хладоснабжения

Состояние и применение систем солнечного тепло- и хладоснабжения: классификация систем; солнечные установки горячего водоснабжения; системы солнечного отопления и теплоснабжения; системы солнечного теплохладоснабжения. Компоненты гелиотермических систем: конструкции солнечных коллекторов; трубы и циркуляционный насос; предохранительные устройства; контроллеры. Схемные решения систем солнечного теплоснабжения: бивалентное ГВС с помощью емкостного водонагревателя; бивалентное ГВС и поддержка отопления помещений с помощью буферной емкости греющего контура; бивалентное ГВС с помощью двух емкостных водонагревателей; бивалентное ГВС и нагрев воды плавательного бассейна; бивалентное ГВС и поддержка отопления помещений с помощью комбинированного водонагревателя; бивалентное ГВС с использованием

последовательно соединенных буферных емкостей греющего контура; расширение схем установок; системы теплоснабжения с теплонасосной установкой; системы солнечно-топливных котельных.

Проектирование систем солнечного тепло- и хладоснабжения: нормативные показатели для расчета солнечных установок; расчет характеристик солнечных коллекторов; расчет баков-аккумуляторов и теплообменников; расчет труб и циркуляционного насоса; расчет предохранительных устройств. Долгосрочные и краткосрочные характеристики систем солнечного теплоснабжения. Модели режимов работы солнечных установок: модели компонентов; модели систем.

Тема 8. Пассивные системы солнечного отопления

Основы архитектурно-строительного проектирования. Критерии повышения энергетического баланса здания. Системы солнечного энергоснабжения жилых и общественных зданий. Основы проектирования «солнечных домов». Перечень требований, предъявляемых к «солнечным домам». Планировка «солнечных городов» и предъявляемые к ним требования.

Тема 9. Планирование использования гелиоэнергетических установок

Цель планирования. Этапы процесса планирования: сбор информации, анализ информации, подготовка и принятие решения. Структура плана: организационно-технические мероприятия; капитальные вложения и строительно-монтажные работы; перечень и количество необходимых гелиоэнергетических установок; обоснование экономической эффективности. Показатели планирования: использование гелиоэнергетических установок; выработка теплоэнергии; выработка электроэнергии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(дневная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Состояние и тенденции развития гелиоэнергетики.	2	–	–	–	1–4, 6
2	Характеристика солнечной радиации и радиационного баланса.	2	–	–	–	1–3, 5, 6
3	Организация проведения актинометрические наблюдений в Республике Беларусь.	2	–	–	–	1–3, 5, 6
4	Методы оценки поступления солнечной радиации.	4	4	–	–	1–3, 5, 6
5	Астрономические факторы поступления солнечной радиации на свободно ориентированную поверхность	2	4	–	–	1–3, 5, 6
6	Фотоэлектрические системы.	20	4	8	–	1–3, 5, 6
7	Активные системы солнечного тепло- и хладоснабжения.	16	4	8	–	1–3, 5, 6
8	Пассивные системы солнечного отопления.	4	–	–	–	1–3, 5, 6
9	Планирование использования гелиоэнергетических установок	2	–	–	–	1–3, 5, 6
Итого		54	16	16	–	6

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(заочная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
4	Методы оценки поступления солнечной радиации.	1	–	–	–	1–4, 6
6	Фотоэлектрические системы.	6	2	4	–	1–3, 5, 6
7	Активные системы солнечного тепло- и хладоснабжения.	4	2	–	–	1–3, 5, 6
8	Пассивные системы солнечного отопления.	1	–	–	–	1–3, 5, 6
Итого		12	4	4	–	6

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Иновационные подходы и методы преподавания дисциплины

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие инженерной культуры.

Перечень тем практических занятий

Номер раздела, темы	Тема практического занятия
4	Эмпирическая оценка гелиоэнергетического потенциала
5	Оценка поступления солнечной радиации на свободно ориентированную поверхность
6	Расчет компонентов автономной фотоэлектрической системы
6	Расчет компонентов сетевой фотоэлектрической системы
7	Долгосрочные характеристики системы солнечного теплоснабжения

Перечень тем лабораторных занятий

Номер раздела, темы	Тема лабораторного занятия
6	Изучение конструкции и принципа действия автономной фотоэлектрической системы электроснабжения
6	Изучение конструкции и принципа действия сетевой фотоэлектрической системы электроснабжения
7	Изучение конструкции и принципа действия солнечной водонагревательной установки
7	Изучение основных эксплуатационных характеристик солнечной водонагревательной установки

Тематика курсовой работы

Номер раздела, темы	Тема курсовой работы
6	Расчет фотоэлектрической системы электроснабжения

Наименование и виды методических средств

№ п/п	Наименование	Вид
1	Учебно-информационные материалы по теме лекций	Электронный файл - *.pdf
2	Презентации	Электронный файл - *.ppt, *.pdf
3	Тестовые задания	Электронный файл
4	Методические рекомендации к выполнению практических заданий	Электронный файл - *.pdf
5	Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ	Электронный файл - *.pdf
6	Методические рекомендации к выполнению курсовой работы	Электронный файл - *.pdf

Формы контроля знаний

№ п/п	Форма
1	Проведение опроса на лекционных и практических занятиях
2	Реферат по дисциплине
3	Контрольная работа
4	Защита отчетов по лабораторным работам
5	Защита курсовой работы
6	Проведение экзамена по курсу

Рекомендуемая литература

Основная

1. Проектирование фотоэлектрических систем: учеб.-метод. пособие / А. А. Бутько [и др.]. – Минск.: ИВЦ Минфина, 2018. – 294 с.
2. Solar Electricity Handbook : A simple, practical guide to solar energy: designing and installing solar photovoltaic systems / M. Boxwell, – London ; Greenstream , 2017. – 178 p.
3. Solar Energy: The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems / A. Smets [et al.]. ; ed.: I. Olindo, M. Zeman. : London ; UIT Cambridge Ltd., 2016. – 488 p.
4. Sukhatme, S. P. Solar Energy / S. P. Sukhatme, J. K. Nayak, – Delhi : MC GRAW HILL INDIA, 2015. – 568 p.
5. Tiwari, G. N. Solar Energy, Fundamentals, Design, Modelling and Applications / G. N. Tiwari, – London ; Narosa Publishing House, 2015. – 525 p.

Дополнительная

1. Правила проведения актинометрических и теплорасчетных наблюдений и работ = Правілы правадзення актынаметрычных і цяпларасчетных назіранняў і работ: ТКП 17.10-13-2009 (02120). – Введ. 01.04.2009. – Минск: Минприроды, 2009. – 182 с.
6. Goetzberger, A. Solar Electricity Handbook : A simple, practical guide to solar energy: designing and installing solar photovoltaic systems / A. Goetzberger, V.U. Hoffmann, – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. – 232 p.
7. Planning and installing solar thermal systems: a guide for installers, architects, and engineers. – Germany ; The German Solar Energy Society (DGS), 2005. – 173 p.
8. Quaschnig, V. Regenerative Energiesysteme. / V. Quaschnig, – München: Hanser, 2003. – 345 p.
9. Sorensen, B. Renewable energy. Its physics, engineering, use, environment impact, economy and planning aspects. / B. Sorensen – Denmark ; Roskilde University; Energy and Environment Group: Elsevier Academic Press, 2004. – 928 p.
10. Weiss, W. Solar Heating Systems for Houses. A design handbook for solar combisystems / W. Weiss – Solar Heating and Cooling Executive Committee of the International Energy Agency (IEA), 2003. – 342 p.

Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение кафедры, разработавшей учебную программу
Теплопередача	Энергоэффективных технологий	Предложений нет	Учебную программу по дисциплине «Топливо и его использование» утвердить. Протокол № 3 от 29.10.2020 г.
Термодинамика	Энергоэффективных технологий	Предложений нет	
Топливо и его использование	Энергоэффективных технологий	Предложений нет	
Электротехника	Энергоэффективных технологий	Предложений нет	

Согласовано:

Зав. кафедрой
энергоэффективных технологий

Л.А. Липницкий