

Учреждение образования  
«Международный государственный экологический университет  
имени А. Д. Сахарова»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

МГЭУ им А.Д. Сахарова

О.И. Родькин



«13» сентября 2013 г.

Регистрационный № УД-339-13/р

**НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ  
ЭНЕРГИИ**

**Учебная программа для специальности**

1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и  
энергетический менеджмент

*Факультет* мониторинга окружающей среды  
(*Факультет* заочного обучения)  
*Кафедра* энергоэффективных технологи

*Курс* 4 (4)

*Семестр(ы)* 7 (8)

*Лекции, часов* 54 (10)

*Лабораторные занятия, часов* 16 (4)

*Практические (семинарские) занятия, часов* 18 (6)

*Всего аудиторных часов по дисциплине, часов* 88 (20)

*Всего часов по дисциплине, часов* 189 (189)

*Курсовая работа* 7 семестр (8)

*Экзамен* 7 семестр (8)

Форма получения высшего образования – дневная (заочная)

Составители: С.П. Кундас, профессор кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова», доктор технических наук, профессор;

А.А. Бутько, старший преподаватель кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова».

Минск 2013

Учебная программа составлена на основе типовой программы по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» регистрационный № ТД-1.381/тип от 16.06.10 и учебного плана специальности.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова» (протокол № 5 от 16 декабря 2013 г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ В.А. Пашинский

*Согласовано*

Декан факультета  
мониторинга окружающей среды

В.В. Журавков

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

*Согласовано*

Декан факультета  
Факультета заочного обучения

Б.А.Тонконогов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

## **I. Пояснительная записка**

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта, учебного плана специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» и типовой программы по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» регистрационный № ТД-1.381/ тип от 16.06.10 г.

Собственная сырьевая база Беларуси не в состоянии удовлетворить текущие и перспективные потребности народного хозяйства республики по топливно-энергетическим ресурсам. Около 80 % энергетических ресурсов Беларусь импортирует и поэтому имеет постоянную зависимость от экспортных поставок, влияющих на стоимость и конкурентоспособность продукции отечественных предприятий. Одним из эффективных решений этой проблемы является применение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, которые наряду с вкладом в решение проблем энергетической безопасности страны оказывают минимальное вредное влияние на окружающую среду, обеспечивают снижение выделения парниковых газов.

Эффективное применение возобновляемых источников энергии требует высококвалифицированных кадров в этой области, которые готовятся в рамках специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент», специализация «Менеджмент возобновляемых энергетических ресурсов». Поэтому изучение дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», которая относится к дисциплинам специальности, но является постановочным курсом цикла дисциплин специализации, является необходимым элементом формирования базовых знаний студентов в рассматриваемой предметной области.

### ***Цель изучения дисциплины***

Цель курса – формирование у студентов знаний об актуальности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ), решении при этом вопросов защиты окружающей среды и сохранения климата, технически возможном потенциале НВИЭ, современном состоянии их использовании в мире и Беларуси, о принципах функционирования, достоинствах и недостатках в практическом применении. Особое внимание будет уделено в рамках дисциплины изучению принципов работы, конструкциям и применению солнечных фотоэлектрических батарей и водонагревательных панелей.

### ***Задачи дисциплины***

- изучение экологических проблем традиционной углеводородной энергетики;
- изучение современного состояния и перспектив использования НВИЭ в мире и Республике Беларусь, планов и государственных программ в этой области;
- изучение роли НВИЭ в решении проблем сохранения климата, энергетической и экологической безопасности
- изучение основных технических, экологических и экономических характеристик НВИЭ
- изучение конструкции устройств и систем преобразования солнечной энергии в тепловую и электрическую.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- физические процессы, лежащие в основе использования возобновляемых источников энергии;
- технически возможный потенциал возобновляемых источников энергии;
- принципы работы нетрадиционных энергоисточников;

*уметь:*

- осуществлять выбор нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для замещения невозобновляемых энергоресурсов;
- производить расчеты устройств, обеспечивающих использование возобновляемых источников энергии;
- оценивать эффективность внедренных технических решений и перспективность их применения на конкретных объектах.

В соответствии со стандартом специальности и учебным планом дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» изучается по дневной форме обучения в объеме 189 часов, в т.ч. 88 аудиторных часов. Из них 54 часов лекций, 16 часов лабораторных и 18 часа практических занятий, курсовая работа. По заочной форме – 189 часов, в том числе 20 аудиторных часов. Из них 10 часов лекций, 4 часов лабораторных и 6 часа практических занятий, курсовая работа.

Среди эффективных педагогических методик и технологий, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разработанных задач, следует выделить:

- технологии проблемно-модульного обучения;
- технологию учебно-исследовательской деятельности;
- проблемно-ориентированный междисциплинарный подход;
- моделирование проблемных ситуаций и их решение.

В целях формирования современных и социально-профессиональных компетенций выпускника вуза в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики активного обучения и дискуссионные формы.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

№ п/п	Наименование дисциплины	Раздел и тема /в соответствии с рабочими программами дисциплин/
1.	Физика (Механика. Термодинамика и молекулярная физика)	Основные законы и теории классической и современной физической науки, а также границы их применимости.
2.	Термодинамика	Основные законы термодинамики. Термодинамические свойства и характеристики веществ.
3.	Основы экологии	Закономерности взаимодействия общества и природы. Экологические проблемы современности. Методы и способы рационального использования природных ресурсов.

## II. Содержание учебного материала

*Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий*

№ п/п	Наименование тем	Содержание	Объем, дневн. (часы)	Объем, заоч. (часы)
1.	Введение	Источники энергии (традиционные и нетрадиционные). Основные понятия и определения. Современное состояние топливно-энергетического комплекса в мире и РБ. Потенциал местных и	2	1

		возобновляемых энергоресурсов РБ.		
2.	Экологические проблемы энергетики	Антропогенная деятельность и ее влияние на экологию. Виды вредностей и их воздействие на человека. Основные направления экологической политики при развитии ТЭК.	2	1
3.	Предпосылки развития возобновляемых источников энергии	Истощение органических ресурсов. Энергетическая безопасность при использовании ресурсов. Проблема изменения климата. Роль ВИЭ в ее решении. ВИЭ и устойчивое развитие.	2	1
4.	Современное состояние развития ВИЭ в мире и РБ	Общий прогноз развития ВИЭ. Тарифная политика. Методы экономического стимулирования развития ВИЭ. Законодательная и нормативная база.	2	1
5.	Ветро- и гидроэнергетика	Эффективность практического использования, основные направления развития.	2	1
6.	Биоэнергетика	Эффективность практического использования, основные направления развития.	2	1
7.	Солнечная энергия. Геотермальные технологии. Тепловые насосы.	Эффективность практического использования, основные направления развития.	2	1
8.	Использование энергии океанов и морей. Вторичные энергетические ресурсы.	Эффективность практического использования, основные направления развития	2	
9.	Водородная энергетика	Аккумуляция энергии возобновляемых источников. Интеграция ВИЭ в существующие и новые энергетические системы. Гибридные технологии.	2	1
10.	Общая характеристика солнечной радиации	Состав и строение Солнца. Солнечная постоянная. Спектральное распределение внеземного излучения. Поступление солнечной радиации на верхнюю границу атмосферы.	2	
11.	Правила проведения срочных и непрерывных актинометрических наблюдений в Республике Беларусь	Термины и определения. Общие положения. Метеорологические и оптические характеристики атмосферы, влияющие на проведение актинометрических наблюдений. Правила и условия выполнения срочных и непрерывных наблюдений. Обработка результатов срочных и непрерывных наблюдений.	4	
12.	Поступление солнечной радиации	Влияние астрономических факторов на приход радиации. Прямая, рассеянная и	2	

	на горизонтальную и свободно ориентированную поверхность	отраженная солнечная радиация. Закон Бугера-Ламберта. Радиационный баланс солнечного излучения. Индекс ясности атмосферы. Расчет поступления часовых, дневных, месячных сумм солнечной радиации поступающей на горизонтальную и свободно ориентированную поверхность.		
13.	Эмпирические методы оценки поступления солнечной радиации	Определение месячных сумм суммарной солнечной радиации на основании уравнений Ангстрема, Пейджа, Клейна. Определение дневных и часовых сумм прямой и рассеянной солнечной радиации на основании уравнений Рэбла, Луи, Джордана, Эрбса, NASA.	2	
14.	Процессы теплообмена при проектировании и анализе солнечных энергетических установок	Спектр электромагнитного излучения. Фотонное излучение. Закон Планка и смещения Вина, Стефана-Больцмана. Теплообмен между серыми поверхностями путем инфракрасного излучения. Излучение небосвода. Коэффициент теплопередачи излучением. Свободная и вынужденная конвекция между плоскими параллельными пластинами. Соотношение различных случаев теплообмена.	2	
15.	Радиационные характеристики непрозрачных материалов	Поглощательная способность и степень черноты. Пропускание солнечного излучения частично прозрачными средами. Закон Кирхгофа. Отражение от поверхностей. Селективные поверхности. «Черные» поверхности. Зеркально отражающие поверхности.	2	
16.	Пропускание солнечного излучения частично прозрачными средами	Отражение на границах раздела сред. Поглощение излучения в частично прозрачной среде. приведенная поглощательная способность. Спектральная зависимость пропускательной способности.	2	
17.	Плоские солнечные коллекторы	Общее описание плоских коллекторов. Основное уравнение баланса энергии. Основные характеристики плоских солнечных коллекторов. Полный коэффициент теплообмена коллектора с окружающей средой. Распределение температуры между трубами и эффективность коллектора. Распределение температуры в направлении потока. Коэффициент отвода тепла и коэффициент расхода.	4	1

		Средняя температура поглощающей пластины. Эффективная приведенная поглотительная способность. Влияние пыли и затенения. Влияние теплоемкости в плоских коллекторах. Другие геометрические формы коллектора. Краткосрочные и долгосрочные характеристики коллектора.		
18.	Фокусирующие солнечные коллекторы	Солнечный диск и теоретическое изображение Солнца. Концентраторы, приемники и отражающие системы. Основные характеристики фокусирующих коллекторных систем. Оптические потери. Тепловая эффективность фокусирующих коллекторов. Влияние теплоемкости. Оптимизация коллектора для достижения максимальной производительности. Специальные формы. Материалы и конструкции отражателей.	4	
19.	Пассивные системы солнечного отопления	Критерии выбора пассивной системы. Компонентные решения зданий с пассивными системами. Открытые и закрытые пассивные системы.	2	
20.	Солнечные установки в сельском хозяйстве	Солнечные теплицы, сушилки и кухонные печи. Солнечные опреснители. Солнечный пруд.	2	
21.	Автоматизация работы систем солнечного тепло- и хладоснабжения.	Задачи автоматизации. Автоматические устройства и регуляторы. Основные положения по проектированию схем автоматизации. Особенности автоматизации пассивных систем солнечного отопления. Пути совершенствования технических решений автоматизации.	2	
22.	Фотоэлектрическая генерация	Токи p-n перехода. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Конструкция и недостатки солнечных элементов. Потери энергии и методы повышения эффективности солнечных элементов. Материалы солнечных элементов. Использование солнечной энергии в космосе.	1	
23.	Технико-экономический анализ использования солнечных установок	Индекс доходности. Период окупаемости. Внутренняя норма рентабельности. Чистая дисконтированная (приведенная) стоимость.	2	
	ИТОГО:		54	10

*Перечень лабораторных занятий, их содержание и объем в часах*

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование тем</b>	<b>Содержание</b>	<b>Объем, дневн. (часы)</b>	<b>Объем, заоч. (часы)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
1.	Исследование нагрузочной характеристики солнечного элемента	Изучение принципа действия солнечного элемента, построение вольт-амперной и нагрузочной характеристики солнечного элемента, определение максимальной мощности, отдаваемой солнечной батареей при заданной освещенности, определение КПД солнечного элемента.	4	2
2.	Исследование солнечной водонагревательной установки	Изучение принципа действия солнечной водонагревательной установки (СВУ), определение удельной теплопроизводительности при заданной освещенности проточного солнечного коллектора, определение коэффициента тепловых потерь через прозрачную изоляцию и КПД проточного солнечного коллектора.	4	2
3.	Регистрация и обработка данных солнечной радиации	Изучение принципа действия установки по регистрации солнечной радиации. Определение часовых, дневных сумм прямой и рассеянной солнечной радиации по данным актинометрических измерений.	4	
4.	Система аккумуляции выработанной энергии	Определение эффективности, фотоэлектрического модуля, электролизера, электрохимического генератора, коэффициента использования водорода и кислорода. Определение максимальной мощности, отдаваемой ЭХГ при заданной освещенности.	4	
	<b>ИТОГО:</b>		16	4

*Перечень практических занятий, их содержание и объем в часах*

№ п/п	Наименование тем	Содержание	Объем, дневн. (часы)	Объем, заоч. (часы)
1	2	3	4	
1.	Оценка поступления солнечной радиации на горизонтальную поверхность	Индекс ясности атмосферы. Солнечная постоянная. Уравнения Ангрема, Пейджа, Клейна, Рабла, Луи, Джордана, Эрбса. Расчет часовых, дневных и месячных сумм солнечной радиации.	2	2
2.	Оценка поступления солнечной радиации на свободно ориентированную поверхность	Истинное солнечное время. Местное время. Уравнение времени. Склонение, высота, азимут, часовой угол Солнца. Солнечная постоянная. Масса атмосферы. Азимут и угол наклонной поверхности. Коэффициент пересчета солнечной радиации.	4	
3.	Расчет полного коэффициента тепловых потерь плоского солнечного коллектора	Определение коэффициента тепловых потерь через прозрачную изоляцию и боковые поверхности методом Клейна. Числа Нуссельта, Рейнольдса, Грасгофа, Прандтля.	4	
4.	Расчет теплопроизводительности солнечного коллектора	Определение оптического, мгновенного КПД, коэффициента теплотерь и количества тепла отводимого от коллектора в климатических условиях Республики Беларусь.	4	2
5.	Расчет электропроизводительности фотоэлектрического модуля	Определение КПД. Температурный коэффициент тока и напряжения. Номинальная температура фотоэлектрического. Определение электропроизводительности фотоэлектрического модуля в климатических условиях Республики Беларусь.	4	2
6.	ИТОГО:		18	6

*Тематика и содержание курсовой работы*

№ п/п	Наименование тем	Содержание
1	2	3
1.	Расчет плоского солнечного коллектора	Расчет поступления солнечной радиации. Расчет полного коэффициента теплотерь, эффективности ребра, энергии поглощаемой над трубой. Определение поглощенной энергии в направлении потока теплоносителя. Расчет эффективности коллектора, коэффициента отвода тепла из коллектора, КПД, теплопроизводительности.



### 3. Учебно-методическая карта дисциплины (в скобках указана нагрузка для студентов заочной формы обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятий	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Введение.</b> Источники энергии (традиционные и нетрадиционные). Основные понятия и определения. Современное состояние топливно-энергетического комплекса в мире и РФ. Потенциал местных и возобновляемых энергоресурсов РФ.	2 (1)				Компьютерная презентация № 2	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
2.	<b>Экологические проблемы энергетики.</b> Антропогенная деятельность и ее влияние на экологию. Виды вредностей и их воздействие на человека. Основные направления экологической политики при развитии ТЭК.	2 (1)				Компьютерная презентация № 4	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
3.	<b>Предпосылки развития возобновляемых источников энергии.</b> Истощение органических ресурсов. Энергетическая безопасность при использовании ресурсов. Проблема изменения климата. Роль ВИЭ в ее решении. ВИЭ и устойчивое развитие.	2 (1)				Компьютерная презентация № 6	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
4.	<b>Современное состояние развития ВИЭ в мире и РФ.</b> Общий прогноз развития ВИЭ. Тарифная политика. Методы экономического стимулирования развития ВИЭ. Законодательная и нормативная база.	2(1)				Компьютерная презентация № 8	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
5.	<b>Ветро- и гидроэнергетика.</b> Эффективность практического использования, основные направления развития.	2(1)				Компьютерная презентация № 10	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
6.	<b>Биоэнергетика.</b> Эффективность практического использования, основные направления развития.	2(1)				Компьютерная презентация № 12	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.	<b>Солнечная энергия. Геотермальные технологии. Тепловые насосы.</b> Эффективность практического использования, основные направления развития.	2(1)				Компьютерная презентация № 14	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
8.	<b>Использование энергии океанов и морей. Вторичные энергетические ресурсы.</b> Эффективность практического использования, основные направления развития.	2				Компьютерная презентация № 16	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
9.	<b>Водородная энергетика.</b> Аккумуляция энергии возобновляемых источников. Интеграция ВИЭ в существующие и новые энергетические системы. Гибридные технологии.	2(1)		4		Компьютерная презентация № 18	[3 ,6-,8, 10, 12]	Устный опрос
10.	<b>Общая характеристика солнечной радиации.</b> Состав и строение Солнца. Солнечная постоянная. Спектральное распределение внеземного излучения. Поступление солнечной радиации на верхнюю границу атмосферы.	2				Компьютерная презентация № 1	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
11.	<b>Правила проведения срочных и непрерывных актинометрических наблюдений в Республике Беларусь.</b> Термины и определения. Общие положения. Метеорологические и оптические характеристики атмосферы, влияющие на проведение актинометрических наблюдений. Правила и условия выполнения срочных и непрерывных наблюдений. Обработка результатов срочных и непрерывных наблюдений.	4		4		Компьютерная презентация № 3	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
12.	<b>Поступление солнечной радиации на горизонтальную и свободно ориентированную поверхность.</b> Влияние астрономических факторов на приход радиации. Прямая, рассеянная и отраженная солнечная радиация. Закон Буге. Радиационный баланс солнечного излучения. Индекс ясности атмосферы. Расчет поступления часовых, дневных, месячных сумм солнечной радиации поступающей на горизонтальную и свободно ориентированную поверхность.	2	4(2)			Компьютерная презентация № 5	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13.	<b>Эмпирические методы оценки поступления солнечной радиации.</b> Определение месячных сумм суммарной солнечной радиации на основании равнений Ангстрема, Пейджа, Клейна. Определение дневных и часовых сумм прямой и рассеянной солнечной радиации на основании равнений Рэбла, Луи, Джордана, Эрбса, NASA.	2	2			Компьютерная презентация № 7	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
14.	<b>Процессы теплообмена при проектировании и анализе солнечных энергетических установок.</b> Спектр электромагнитного излучения. Фотонное излучение. Закон Планка и смещения Вина, Стефана-Больцмана. Теплообмен между серыми поверхностями путем инфракрасного излучения. Излучение небосвода. Коэффициент теплопередачи излучением. Свободная и вынужденная конвекция между плоскими параллельными пластинами. Соотношение различных случаев теплообмена.	2	4			Компьютерная презентация № 9	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
15.	<b>Радиационные характеристики непрозрачных материалов.</b> Поглощательная способность и степень черноты. Пропускание солнечного излучения частично прозрачными средами. Закон Кирхгофа. Отражение от поверхностей. Селективные поверхности. «Черные» поверхности. Зеркально отражающие поверхности.	2				Компьютерная презентация № 11	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
16.	<b>Пропускание солнечного излучения частично прозрачными средами.</b> Отражение на границах раздела сред. Поглощение излучения в частично прозрачной среде. приведенная поглощательная способность. Спектральная зависимость пропускательной способности.	2				Компьютерная презентация № 13	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
17.	<b>Плоские солнечные коллекторы.</b> Общее описание плоских коллекторов. Основное уравнение баланса энергии. Основные характеристики плоских солнечных коллекторов. Полный коэффициент теплообмена коллектора с окружающей средой. Распределение температуры между трубами и эффективность коллектора. Распределение температуры в направлении потока. Коэффициент отвода тепла и коэффициент расхода. Средняя температура поглощающей пластины. Эффективная приведенная поглощательная способность. Влияние пыли и затенения. Влияние теплоемкости в плоских коллекторах. Другие геометрические формы коллектора. Краткосрочные и долгосрочные характеристики коллектора.	4(1)	4 (2)	4(2)		Компьютерная презентация № 15	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18.	<b>Фокусирующие солнечные коллекторы.</b> Солнечный диск и теоретическое изображение Солнца. Концентраторы, приемники и отражающие системы. Основные характеристики фокусирующих коллекторных систем. Оптические потери. Тепловая эффективность фокусирующих коллекторов. Влияние теплоемкости. Оптимизация коллектора для достижения максимальной производительности. Специальные формы. Материалы и конструкции отражателей.	4				Компьютерная презентация № 17	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
19.	<b>Пассивные системы солнечного отопления.</b> Критерии выбора пассивной системы. Компонентные решения зданий с пассивными системами. Открытые и закрытые пассивные системы.	2				Компьютерная презентация № 19	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
20.	<b>Солнечные установки в сельском хозяйстве.</b> Солнечные теплицы, сушилки и кухонные печи. Солнечные опреснители. Солнечный пруд.	2				Компьютерная презентация № 20	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
21.	<b>Автоматизация работы систем солнечного тепло- и хладоснабжения.</b> Задачи автоматизации. Автоматические устройства и регуляторы. Основные положения по проектированию схем автоматизации. Особенности автоматизации пассивных систем солнечного отопления. Пути совершенствования технических решений автоматизации.	2				Компьютерная презентация № 21	[1, 3, 4, 9, 11]	Устный опрос
22.	<b>Фотоэлектрическая генерация.</b> Токи p-n перехода. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Конструкция и недостатки солнечных элементов. Потери энергии и методы повышения эффективности солнечных элементов. Материалы солнечных элементов. Использование солнечной энергии в космосе.	4(1)	4(2)	4(2)		Компьютерная презентация № 22	[2, 3, 5]	Устный опрос
23.	<b>Технико-экономический анализ использования солнечных установок.</b> Индекс доходности. Период окупаемости. Внутренняя норма рентабельности. Чистая дисконтированная (приведенная) стоимость.	2				Компьютерная презентация № 23	[11]	Устный опрос

## 4. Информационно-методическая часть

### Основная литература

1. Г. Рауфенбах. Справочник по проектированию солнечных батарей. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 360 с. \*\*
2. G. Boyle Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. – М.: Oxford University Press, 2010. – 565 с. \*
3. Дж.А. Даффи, У.А. Бекман. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир, 1997. – 420 с. \*\*
4. Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985. – 280 с. \*\*
5. Кундас С.П., Позняк С.С., Шенец Л.В.. Возобновляемые источники энергии. Мн: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 390 с. \*
6. Лосюк Ю.А., Кузьмич В.В. Нетрадиционные источники энергии. – Мн.: Технопринт, 2005. – 234 с. \*
7. G. M. Masters Renewable and Efficient Electric Power Systems. М.: Oxford University Press, 2010. – 545 P. \*
8. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. – М.: Атомиздат, 1991. – 208 с. \*\*
9. B. Sorensen. Renewable energy. Its physics, engineering, use, environment impact, economy and planning aspects. Roskilde University. Energy and Environment Group. Denmark. Third edition. Elsevier Academic Press, 2004. – 928 p. \*\*
10. G.N. Tiwari. Solar Energy, Fundamentals, Design, Modelling and Applications, Narosa Publishing House, 2001. – 519 p. \*\*
11. J.A. Duffie, W.A. Beckman. Solar engineering of thermal processes. John Wiley & sons, 1991 – 919 p. \*\*

### Дополнительная литература

12. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.И. Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 320 с.
  13. Позняк С.С. Мы выбираем будущее с альтернативной энергетикой: учебно-методическое пособие / С.С. Позняк, О.И. Родькин, О.А. Кучинский; под общей редакцией д.т.н., профессора С.П. Кундаса. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 84 с. \*
  14. С. Танака, Р. Суда. Жилые дома с автономным солнечным теплохладоснабжением. Под ред.: М.М. Колтуна, Г.А. Гухмана. – М.: Стройиздат, 1989. – 185 с. \*\*
  15. Справочник по климату СССР, ч 1, вып. 7. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. Изд-во «Гидрометеорологическое». Лн.: 1966. – 68 с. \*\*
  16. ТКП 17.10-13-2009 (02120). Правила проведения актинометрических и теплобалансовых наблюдений и работ. \*\*
  17. Учебное пособие для вузов / Под ред. В.И. Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 317 с. \*
  18. A. Goetzberger, V.U. Hoffmann. Photovoltaic SolarEnergy Generation. Springer-Verlag BerlinHeidelb erg. 2005 – 232 p. \*\*
  19. V. Quaschnig. Regenerative Energiesysteme. 3. Aufl. München: Hanser, 2003. – 345 p. \*\*
  20. T. Markvart, L. Castafier. Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications. Elsevier Science Ltd. The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford. 2003. – 1015 p. \*\*
- Примечание: \* на бумажном носителе; \*\* в электронном виде.
21. ndbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications. Elsevier Science Ltd. The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford. 2003. – 1015 p. \*\*

Примечание: \* на бумажном носителе; \*\* в электронном виде.

*Перечень методических средств (наглядных и других пособий, методических указаний, специального программного обеспечения и т.п.)*

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование или назначение</b>	<b>Вид</b>
1.	Лабораторный практикум	Электронный носитель
2.	Презентации в Power Point	Электронный носитель

## 5. Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, изучение которой связано с дисциплиной рабочей программы	Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины	Предложения кафедры об изменениях в содержании рабочей программы	Решение кафедры, разрабатывавшей рабочую программу (с указанием даты и номера протокола)
Физика (Механика. Термодинамика и молекулярная физика)	физики и высшей математики		
Термодинамика	энергоэффективных технологий		
Основы экологии	экологического мониторинга, менеджмента и аудита		

*Согласовано:*

Зав. кафедрой физики и высшей математики

В.Ф.Малишевский

Зав. кафедрой экологического мониторинга, менеджмента и аудита

С.Е.Головатый

Зав. кафедрой энергоэффективных технологий

В.А. Пашинский

***Рабочую программу составили:***

Профессор

С.П. Кундас

Ст. преподаватель

А.А. Бутько