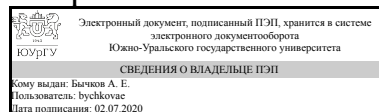


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Энергетический



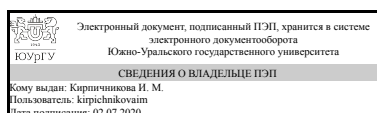
А. Е. БЫЧКОВ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 01.07.2020 №084-2655**

**дисциплины П.1.В.06.01 Возобновляемая энергетика**  
**для направления 13.06.01 Электро- и теплотехника**  
**уровень аспирант тип программы**  
**направленность программы**  
**форма обучения очная**  
**кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения**

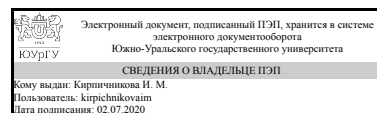
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 30.07.2014 № 878

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. М. Кирпичникова

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



И. М. Кирпичникова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является подготовка преподавателя-исследователя, способного решать технические вопросы и задачи, связанные с использованием альтернативных и возобновляемых источников энергии. Задачи дисциплины: – научить студентов разбираться в физике процессов и явлений, приводящих к появлению возобновляемых потоков энергии (солнечной, ветровой, биомассы, теплоты земли и т.п.); - изучить конструкции устройств, преобразующих возобновляемые потоки энергии в механическую, тепловую и электрическую энергии; - научиться грамотно прогнозировать и исследовать энергетический потенциал конкретного региона с целью использования возобновляемых источников для получения энергии; - уметь рассчитать экономическую эффективность использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения потребителей.

## Краткое содержание дисциплины

Содержанием дисциплины предусмотрено изучение основных источников энергии на Земле, классификация энергоресурсов. Рассматриваются в сравнении возобновляемые и невозобновляемые источники энергии, потенциал энергоресурсов, виды, преимущества и недостатки ВИЭ. В разделе "Солнечная энергетика" изучаются: спектр и потери солнечного излучения, распределение солнечной радиации, прямая, диффузная, суммарная радиация. Способы определения интенсивности солнечного излучения. Преобразование солнечной энергии. Применение СЭ для получения тепла и электрической энергии. Изучается ветер как источник возобновляемой энергии. Годовой и суточный ход ветра. Ветроэнергетический кадастр. Основы теории ветроэнергетических установок. Геометрия ветроколеса. Ветроэнергетический потенциал страны. Ветроэнергетические установки. Малая гидроэнергетика. Кружоворот воды в природе. Общие данные по гидропотенциалу планеты и Челябинской области. Гидрологическое и энергетическое определение малых рек. Сток реки. Гидрологические расчеты. Метод линейного учета. Основные характеристики реки: мощность, напор, расход. Равнинные и горные реки. Малые гидроэлектростанции. Выбор типа турбины для малой ГЭС. Рукавная ГЭС. Расчет гирляндной ГЭС, выбор оборудования. Энергия мирового океана. Энергия приливов и отливов. Особенности преобразования энергии. Оценка ресурсов (потенциала) приливной энергии. Схема приливной электростанции (ПЭС). Расчет мощности ПЭС. Энергия волн и морских течений. Геотермальная энергия. Низкопотенциальное тепло. Естественные и искусственные источники низкопотенциальной энергии. Цикл Карно. Тепловые насосы. Биоэнергетика. Общие данные по биомассе. Особенности биомассы как источника энергии. Упрощенный углеродный цикл. Методы получения энергии. Энергетический потенциал биомассы в России и Челябинской области.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-2.1 способностью проводить исследования по общим закономерностям преобразования,	Знать: основные принципы преобразования первичной (возобновляемой) энергии в

накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	электрическую и тепловую энергии, прогнозировать снижение потребления электрической и тепловой энергии за счет использования возобновляемых источников энергии
	Уметь: рассчитать потенциал каждого вида возобновляемой энергетики с целью определения целесообразности его использования в конкретной местности, рассчитать снижение энергетических затрат на единицу продукции за счет использования возобновляемых источников энергии.
	Владеть: навыками проведения исследований по общим закономерностям преобразования первичной возобновляемой энергии, накопления и использования произведенной электрической энергии и электротехнической информации.
ОПК-4 готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности	Знать: основы, принципы и режимы работы установок на базе возобновляемых источников энергии для разработки заданий по организации исследовательской работы коллектива
	Уметь: разработать техническое задание, программу и методику проведения исследовательской работы по направлениям профессиональной деятельности.
	Владеть: навыками проведения исследовательской работы в составе коллектива.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	П.1.В.07.01 Новые и альтернативные источники энергии

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	40	40

Лекции (Л)	40	40
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68	68
Обзор специальной и научной литературы по возобновляемой энергетике для закрепления лекционного материала	68	68
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие вопросы возобновляемой энергетике	6	6	0	0
2	Солнечная энергетика	6	6	0	0
3	Ветроэнергетика	5	5	0	0
4	Малая гидроэнергетика и энергия мирового океана	10	10	0	0
5	Геотермальная энергетика	5	5	0	0
6	Энергия биомассы	4	4	0	0
7	Аккумуляция энергии от установок возобновляемой энергетике	4	4	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. История развития энергетике. Основные источники энергии на Земле. «Энергетический коридор» Академика В.И.Вернадского. Выбросы в атмосферу парниковых газов. Процесс создания парникового эффекта планеты. Уровень РРМ. Глобальное изменение климата планеты. Киотский протокол. Условия КП. Пути выполнения условий КП. Техническая политика РФ в области возобновляемых источников энергии. Энергосбережение в России.	2
2	1	Классификация энергоресурсов. Определение возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Источники первичной энергии. Виды ВИЭ. Преимущества и недостатки. Предпосылки развития ВИЭ. Роль ВИЭ в решении глобальных проблем человечества. Прогноз использования ВИЭ до 2020 г. Стоимость электроэнергии для различных видов первичной энергии. Основные ресурсы ВИЭ в России. Энергетический потенциал России.	2
3	1	Понятие валового, технического и экономического потенциала энергоресурсов. Анализ возобновляемых энергетических ресурсов. Исходные данные, методики и результаты оценки возобновляемых источников энергии. Техничко-экономический анализ энергетического потенциала возобновляемых источников энергии России. Перспективы и проблемы развития ВИЭ в России.	2
4	2	Солнечная энергетика. История развития солнечной энергетике. Спектр солнечного излучения. Потери солнечного излучения. Распределение солнечной радиации по территории планеты. Солнечный потенциал РФ. Уровень солнечной радиации в Челябинской области. Вращение Земли вокруг Солнца. Характеристики солнечного излучения (прямая, диффузная,	2

		суммарная радиация). Способы определения интенсивности солнечного излучения. Метеостанции. Определение суммарной солнечной радиации. Приход солнечной радиации на наклонную поверхность. Суточная продолжительность солнечного сияния.	
5	2	Преобразование солнечной энергии. Технические вопросы использования СЭ. Применение СЭ для получения тепла. Пассивная система солнечного теплоснабжения. Классификация установок активной системы СТ. Одноконтурная и двухконтурная ССТ. Солнечные коллекторы. Принцип нагрева воды в СК. Вакуумные СК. Потери тепла в СК. Особенности размещения СК. Использование энергии солнца в солнечных прудах, опреснителях.	2
6	2	Способы преобразования солнечной энергии в электрическую. Крымская СЭС. Проблемы преобразования. Действующие СЭС. Двигатели Стирлинга. Солнечные фотоэлементы. Солнечные модули, батареи. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) солнечных модулей. Система солнечного электроснабжения. Выбор основных элементов системы. Аккумуляторы. Инверторы. Контроллеры. Солнечные концентраторы. Отражающие солнечные концентраторы. Линзы Френеля. Параболические концентраторы. Башенные СЭС. Солнечные кухни. Примеры другого использования солнечной энергии.	2
7	3	История развития ветроэнергетики. Парусные суда и ветряные мельницы. Ветер как источник возобновляемой энергии. Основные сведения о ветре и его характеристиках. Достоинства и недостатки ветровой энергии. Приборы для измерения скорости и направления ветра. Годовой и суточный ход ветра. Ветроэнергетический кадастр. Основы теории ветроэнергетических установок. Геометрия ветроколеса. Зависимость мощности, вырабатываемой ВЭУ от скорости ветра и диаметра ветроколеса. Ветроэнергетический потенциал страны. Ветровые зоны Челябинской области.	2
8	3	Классификация ветроэнергетических установок по геометрии колеса и быстроходности. Многолопасные и малолопасные ВЭУ. ВЭУ с горизонтальной осью вращения. ВЭУ с вертикальной осью вращения. Устройство, особенности. Назначение оборудования ВЭУ. Ветропарки. Автономные ВЭУ. Схема электроснабжения потребителей от ВЭУ. Использование ВЭУ в мире и в России. ВЭУ производства «ГРЦ-Вертикаль». Сравнительные характеристики. Гибридная ветро-солнечная установка.	3
9	4	История развития малой гидроэнергетики. Круговорот воды в природе. Общие данные по гидропотенциалу планеты и Челябинской области. Малые реки. Определение гидрологическое и энергетическое. Сток реки. Гидрологические расчеты. Метод линейного учета. Основные характеристики реки: мощность, напор, расход. Равнинные и горные реки. Малые гидроэлектростанции Южного Урала. Порожская ГЭС – уникальный памятник энергетики России (проект инженера Бахметьева Б.А.).	3
10	4	Использование водных ресурсов. Классификация малых ГЭС. Требования к малым ГЭС. Преимущества малых ГЭС. ГЭС с дамбой (водохранилищем). Деривационная ГЭС. Классификация гидротурбин. Турбины Пелтона, Френсиса, Каплана, Банки. Выбор типа турбины для малой ГЭС. Рукавная ГЭС. Схема установки рукавной ГЭС. Гирляндная мини-ГЭС. Расчет гирляндной ГЭС, выбор оборудования. Размещение.	4
11	4	Энергия мирового океана. Энергия приливов и отливов. Особенности преобразования энергии. Оценка ресурсов (потенциала) приливной энергии. Схема приливной электростанции (ПЭС). Расчет мощности (ПЭС). Крупнейшие ПЭС мира. Энергия волн. Физические основы движения волн и энергетический потенциал ветровых волн. Принципы отбора энергии ветровых волн. Волновая ферма Pelamis. Поплавковые ВЭС. Энергия морских течений. Тепловая энергия океана. Промышленное выращивание	3

		водорослей для получения энергии. «Энергетические острова».	
12	5	Геотермальная энергия. Извержение вулкана. Строение Земли. Температурный градиент, $q$ ( $^{\circ}\text{C}/\text{км}$ ). Классификация источников геотермальной энергии. Петротермальные источники. Гидротермальные источники. Оценка и использование геотермальных ресурсов. Схема размещения ГеоТЭС. Бинарный цикл получения тепла. Геотермальные ресурсы мира и России. Паужетская и Мутновская ГеоТЭС. Карта теплового поля Южного Урала. Проблемы, связанные со строительством ГеоТЭС.	1
13	5	Низкопотенциальное тепло. Естественные и искусственные источники низкопотенциальной энергии. Цикл Карно. Особенности отбора тепла. Расчет горизонтального коллектора. Вертикальный коллектор теплового насоса. Грунт – как источник низкопотенциальной тепловой энергии.	2
14	5	Тепловые насосы. Назначение и принцип действия. Системы теплонасосных установок (ТНУ): «воздух – воздух»; «вода – воздух» и др. Тепло воздуха, грунта, воды. Оборудование для тепловых насосов. Теплообменник. Компрессор. Использование тепловых насосов. Выбор тепловых насосов для получения энергии (отопления и горячего водоснабжения).	2
15	6	Биоэнергетика. Понятие биомассы. Общие данные по биомассе. Особенности биомассы как источника энергии. Упрощенный углеродный цикл. Две категории биомассы. Значение биомассы в жизни человека. Использование биомассы в качестве источника энергии в мире. Энергоемкость биомассы. Методы получения энергии. Прямое сжигание биомассы. Пеллеты. Пиролиз. Газификация. Ферментация. Анаэробное сбраживание биомассы. Биогаз. Способы получения биогаза. 3 уровня брожения биомассы. Основные источники биогаза. Свалочный газ.	2
16	6	Энергетический эквивалент биогаза. Биогаз из навоза животных. Биогазовые установки (БГУ). Устройство, принцип работы. Метантенк. Газгольдер. Процесс брожения биомассы. Задачи, решаемые при анаэробном сбраживании. Опыт использования БГУ. Схема биогазового завода. Транспорт на биогазе. Использование биогаза в развивающихся странах. Энергетический потенциал биомассы в России и Челябинской области.	2
17,18	7	Необходимость аккумулирования энергии. Тепловые аккумуляторы (емкостный, гравийный, фазопереходный, долговременный). Аккумулирование механической энергии. Гравитационные аккумуляторы. Кинетические аккумуляторы. Аккумуляторы с использованием сил упругости. Аккумулирование химической энергии. Топливные и бестопливные аккумуляторы химической энергии. Аккумулирование электрической энергии. Кислотные и щелочные аккумуляторы. Зарядка и разрядка аккумуляторных батарей. Способы соединения аккумуляторов (последовательное, параллельное, смешанное). Конденсаторы. Ионисторы. Сравнительные характеристики накопителей электрической энергии.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием	Кол-во часов

	разделов, глав, страниц)	
Обзор специальной и научной литературы по возобновляемой энергетике для закрепления лекционного материала	Список научных журналов для поиска специальных вопросов возобновляемой энергетики 1. Альтернативная энергетика и экология 2. Малая энергетика 3. Электричество 4. Электрические станции 5. Энергетик 6. Известия вузов. Энергетика 7. Электротехника 8. Реферативный журнал «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии» 9. Вестник ЮУрГУ, серия Энергетика, раздел Возобновляемая энергетика	68

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий	Лекции	Электронный учебник «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» содержит основные разделы дисциплины, с текстовым материалом и иллюстрациями. Технологические процессы и принцип действия установок демонстрируются анимацией в различных вариантах.	40

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: В дисциплине используются результаты научных исследований, проводимых кафедрой ЭССиСЭ в рамках программ Южно-Уральского государственного университета и грантов Международного инновационного центра "Альтернативная энергетика"

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-2.1 способностью проводить исследования по общим закономерностям преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации	экзамен	все
Все разделы	ОПК-4 готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности	экзамен	все

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	<p>Экзамены проводятся в письменной форме по билетам, составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой</p>	<p>Отлично: за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа</p> <p>Хорошо: за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя</p> <p>Удовлетворительно: за недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции</p> <p>Неудовлетворительно: за ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, инженерная терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента</p>

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	Билеты к экзаменам.docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:



1. Роза, А. да Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы Текст учеб. пособие для инж.-физ. и энергет. фак. вузов А. да Роза ; пер. с англ. под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля. - М.; Долгопрудный: Издательский дом МЭИ : Интеллект, 2010. - 702, [1] с. ил., табл.

2. Кирпичникова, И. М. Возобновляемые источники энергии Текст учеб. пособие к практ. занятиям И. М. Кирпичникова, Е. В. Соломин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электротехника ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 49, [1] с. ил. электрон. версия

3. Попель, О. С. Возобновляемая энергетика в современном мире Текст учеб. пособие для энерг. специальностей вузов О. С. Попель, В. Е. Фортов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 449 с. ил., цв. ил.

4. Твайделл, Д. Возобновляемые источники энергии Пер. с англ. [и предисл.] В. А. Коробкова. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 391 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Текст учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М.: БАСТЕТ, 2013. - 365, [1] с. ил.

2. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Текст учеб. пособие Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - М.: КноРус, 2010

3. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии Текст учеб. для вузов С. Н. Удалов. - Новосибирск: Издательство Новосибирского государственного технич, 2009

4. ГОСТ Р 54531-2011 : Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения : введ. в действие от 01.01.13 Текст Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии. - М.: Стандартинформ, 2013. - IV, 16 с.

5. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива : показатели по территориям Текст сост. : П. П. Безруких и др.; Рос. инж. акад. и др. - М.: ИАЦ Энергия, 2007. - 272 с. ил., табл. 22 см

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология

2. Информационный журнал Малая энергетика

3. Электричество

4. Электрические станции

5. Энергетик

6. Известия вузов. Энергетика

7. Электротехника

8. Реферативный журнал «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии»

9. Вестник ЮУрГУ, серия Энергетика

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Возобновляемые источники энергии. Практикум.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

2. Возобновляемые источники энергии. Практикум.

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Методические пособия для преподавателя	Кирпичникова И.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Электронный учебник.	Учебно-методические материалы кафедры	Локальная Сеть / Авторизованный
2	Основная литература	Земсков В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК., Изд-во Лань, 2014 г.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
3	Дополнительная литература	тексты статей	eLIBRARY.RU	Интернет / Авторизованный

**9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ABBYY-FineReader 8(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)
3. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(бессрочно)

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	444 (36)	Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера. Комплект электронных плакатов «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии», 100 плакатов (7 тем). Презентационный материал «Возобновляемая энергетика» - 18 презентаций по 22-27 слайдов каждая с текстовым и иллюстрационным материалом. Демонстрационные макеты: Карта Челябинской области со светодиодной индикацией солнечного и ветрового потенциала; Ветроэнергетическая установка с вертикальной осью вращения ВЭУ-1 и ВЭУ-3; ВЭУ с горизонтальной осью вращения; Солнечный модуль со светодиодами; Солнечные концентраторы; Макет

	биогазового завода, Мини-модели установок возобновляемой энергетики.
--	--