

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра теоретической физики**

Авторы-составители: **Циберкин Кирилл Борисович**

Рабочая программа дисциплины  
**BASICS OF SOLAR POWER**  
Код УМК 95062

Утверждено  
Протокол №6  
от «08» июня 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Basics of solar power

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.06** Экология и природопользование  
направленность Экологическая инженерия и новая энергетика

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Basics of solar power** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.06** Экология и природопользование (направленность : Экологическая инженерия и новая энергетика)

**УК.4** Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах

#### **Индикаторы**

**УК.4.3** Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах

**ОПК.8** знать основы учения об атмосфере, о гидросфере, о биосфере и ландшафтоведении

**ПК.8** готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.06 Экология и природопользование (направленность: Экологическая инженерия и новая энергетика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	5
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (5 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Basics of solar power (1st term)**

#### **Nature and potential of solar power**

##### **Astronomic facts**

Origin of solar energy. Thermonuclear synthesis. Luminosity of Sun.

##### **Solar radiation intensity**

Solar irradiance. Solar radiation spectrum.

Solar energy distribution on the Earth.

#### **Solar thermal energy**

##### **Passive solar power**

Passive solar building design.

Ventilation and heating.

Passive solar lighting.

Solar hot water.

##### **Solar thermal collectors**

Classification of thermal collectors.

Vacuum tube and flat collectors.

Air heating systems.

##### **Solar power towers**

Mirror collector. Parabolic trough. Parabolic dish

Solar power tower. Heliostats.

One-contour and double-contour systems.

#### **Photovoltaic power stations**

##### **Semiconductor properties**

Conducting materials classification. Band levels.

Basics of semiconductor physics. Electrons and holes. pn-junctions.

##### **Photovoltaic effect**

Photon energy.

Band diagram of solar cell. Origin of electric current.

Parameters of the solar cell.

Efficiency. Saturation current. Resistance. Temperature stability.

##### **Modern solar farms**

Photovoltaic power station. Development and current usage.

Solar cell arrays. Power converters.

Energy cost.

#### **Energy storage problem**

##### **Heat storage**

Short-time storage. Steam accumulators. Hot water tanks.

Seasonal thermal energy storage. Ground-coupled heat exchanger

### **Electric energy storage**

Electrochemical storages.

Battery power stations. Flow batteries. Supercapacitors.

Electrolysis: conversion to the fuel.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Zekai &#350;en. Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques / Zekai &#350;en // Publisher Name: Springer, London, 2008. — 276 p. — ISBN 978-1-84800-134-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система SpringerLink : [сайт]. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84800-134-3>
2. G. N. Tiwari. Handbook of Solar Energy. Theory, Analysis and Applications / G. N. Tiwari, Arvind Tiwari, Shyam // Publisher Name: Springer, Singapore, 2016. — 764 p. — ISBN 978-981-10-0807-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система SpringerLink : [сайт]. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-0807-8>

### Дополнительная:

1. Benenson W. Handbook of Physics / Benenson W. Harris J.W. Stocker H. Lutz H. // Publisher Name: Springer, New York, NY, 2002. — 1186 p. — ISBN 978-0-387-21632-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система SpringerLink : [сайт]. <https://link.springer.com/referencework/10.1007/0-387-21632-4>
2. V.I. Osipov, Biosphere and Environmental Safety / V.I. Osipov // Publisher Name: Springer, Cham, 2019. — 53 p. — ISBN 978-3-319-91259-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система SpringerLink : [сайт]. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-91259-2>



## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://library.psu.ru/node/738> PSU Library resources

<https://elis.psu.ru/> ELiS electronic library

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Basics of solar power** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- Online Electronic Library System of University;
- Electronic Informational and educational environment of University;
- Web-services: databases, search engines, email etc.

Software:

- PDF-viewer;
- LibreOffice software.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Lectures, problem classes, group (individual) consultations, current control:

An auditorium must have the presentation equipment (projector, screen, computer / laptop) with the appropriate software, chalk or marker board.

Free work and course work:

An auditorium for free work, equipped with computer equipment with the ability to connect with the Internet, provided with access to the electronic information and educational environment of the university. There must be an access to the Scientific Library of the PSU.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Basics of solar power**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.8**

**знать основы учения об атмосфере, о гидросфере, о биосфере и ландшафтоведении**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.8</b> знать основы учения об атмосфере, о гидросфере, о биосфере и ландшафтоведении</p>	<p>The students must be able to estimate the solar power potential and solar flux distribution, and to know basic concept of solar thermal power and solar tower construction.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>The student does not know the basic concept of solar thermal power and solar tower construction. The student does not know the methods of the solar power potential and solar flux distribution calculation.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>The student partially knows the basic concept of solar thermal power and solar tower construction.. The student is able partially to use the methods of the solar power potential and solar flux distribution calculation.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>The student knows the basic concept of solar thermal power and solar tower construction.. The student is partially able to use the methods of the solar power potential and solar flux distribution calculation.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>The student knows the basic concept of solar thermal power and solar tower construction.. The student is able to skillfully use the methods of the solar power potential and solar flux distribution calculation.</p>

**ПК.8**

**готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.8</b> готовность участвовать в планировании и проведении</p>	<p>The students must be able to estimate the solar cell efficiency, and to know basic concept of photovoltaics and energy storage.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>The student does not know the basic concept of photovoltaics and energy storage. The student does not know the methods of the</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием</p>		<p><b>Неудовлетворител</b> solar cell efficiency calculation.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> The student partially knows the basic concept of photovoltaics and energy storage. The student is able partially to use the methods of the solar cell efficiency calculation.</p> <p><b>Хорошо</b> The student knows the basic concept of photovoltaics and energy storage. The student is partially able to use the methods of the solar cell efficiency calculation.</p> <p><b>Отлично</b> The student knows the basic concept of photovoltaics and energy storage. The student is able to skillfully use the methods of the solar cell efficiency calculation.</p>

#### УК.4

**Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p>	<p>The students must be able to estimate the energy and economics potential of solar farm project.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> The student does not know the methods of the energy and economics potential of solar farm project calculation.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> The student is able partially to use the methods of the energy and economics potential of solar farm project calculation.</p> <p><b>Хорошо</b> The student is partially able to use the methods of the energy and economics potential of solar farm project calculation.</p> <p><b>Отлично</b> The student is able to skillfully use the methods of the energy and economics potential of solar farm project calculation.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Astronomic facts <b>Входное тестирование</b>	Origin of Sun energy. Solar effect on the Earth. Basics of thermal exchange, semiconductor physics.
<b>ОПК.8</b> знать основы учения об атмосфере, о гидросфере, о биосфере и ландшафтоведении	Solar radiation intensity <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Solar energy origin and distribution on the Earth. Values of solar flux.
<b>УК.4.3</b> Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах	Solar power towers <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Concept of passive solar power. Application in buildings and industry. Main principles of solar thermal power. Estimate of energy potential and efficiency.
<b>ПК.8</b> готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием	Electric energy storage <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Concepts and realization of energy storages. Heat storage. Electric energy storage. Energy conversion

### Спецификация мероприятий текущего контроля

**Astronomic facts**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Energy conversion in atmosphere, hydrosphere and biosphere	5
Photoelectric effects	5
Basics of semiconductor materials	5
Thermal exchange processes	5

### **Solar radiation intensity**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Estimate of possible solar energy efficiency.	9
Distribution of solar energy. Influence on global processes.	8
Solar constant estimate.	7
Thermonuclear synthesis. Sun luminosity.	6

### **Solar power towers**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Energy conversion principles.	9
Light concentration by parabolic and spherical mirrors.	8
Passive heat storage. Solar ventilation.	7
Solar tower construction concept.	6

### **Electric energy storage**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Photovoltaic power principles.	12
Energy storage problem	11
Solar farms	9

Heat storage problem	8