

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 11.07.2023 11:02:46  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Возобновляемая солнечная  
энергетика (renewable solar  
energy)»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»

---

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (RENEWABLE ENERGY  
SOURCES)»

для подготовки магистров

по направлению

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

по программе

«Возобновляемая солнечная энергетика (renewable solar energy)»

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.ф.-м.н., профессор Бобыль А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Фот  
16.05.2022, протокол № 3/22

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ, 16.06.2022, протокол № 3/22

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

|   |     |
|---|-----|
| Обеспечивающий факультет  | ФЭЛ |
| Обеспечивающая кафедра  | Фот |
| Общая трудоемкость (ЗЕТ)  | 5   |
| Курс  | 1   |
| Семестр   | 1   |
| <b>Виды занятий</b>   |     |
| Лекции (академ. часов)  | 34  |
| Практические занятия (академ. часов)                                | 34  |
| Иная контактная работа (академ. часов)                              | 1   |
| Все контактные часы (академ. часов)                                 | 69  |
| Самостоятельная работа, включая часы на контроль<br>(академ. часов) | 111 |
| Всего (академ. часов)   | 180 |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>                                 |     |
| Экзамен (курс)  | 1   |

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (RENEWABLE ENERGY SOURCES)»**

Возобновляемые источники энергии используют энергию солнца, ветра, рек, морского прилива, торфа, леса и геотермальные скважины. Эти источники не добавляют в атмосферу газа CO<sub>2</sub> в отличие от ископаемых – угля, нефти, газа. В этом правиле есть два исключения:

- 1) лес и торф причислены к возобновляемым в связи с тем, что происходит кратковременная консервация CO<sub>2</sub>, которая не нарушает его баланс в масштабах геологических эпох;
- 2) ядерная энергия причислена к ископаемой, так как она воздействует на изотопный состав земли в этих масштабах.

Изучение дисциплины предусматривает усвоение следующих вопросов:

Возобновляемые источники энергии.

Перспективы солнечной энергетики.

Классификация фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

Основные материалы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

Принцип работы, конструкции и характеристики фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

Параметры реальных фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

Потери энергии в солнечном элементе.

Основы технологии формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных материалов.

Особенности работы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе a-Si:H.

Основные направления повышения эффективности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

### **SUBJECT SUMMARY**

## «RENEWABLE SOURCES OF ENERGY»

Renewable energy sources use the energy of the sun, wind, rivers, sea tide, peat, forest and geothermal wells. These sources do not add CO<sub>2</sub> to the atmosphere, unlike fossil -coal, oil, gas. There are two exceptions to this rule:

- 1) forest and peat are considered renewable due to the short-term conservation of CO<sub>2</sub>, which does not violate its balance on geological scales;
- 2) nuclear energy is classified as a fossil, since it affects the isotopic composition of land on this scale.

The course "solar energy" contains the following topics:

- Renewable energy sources;
- Solar energy perspectives;
- Photovoltaic solar energy converters classification;
- The main materials of photovoltaic solar energy converters;
- Principle of operation, design and characteristics of photovoltaic solar energy converters. Real photovoltaic solar energy converters parameters;
- Energy loss in the solar cell;
- Technology fundamentals for the formation of thin-film solar cells on the basis of thin films of various materials.
- Features of photovoltaic solar energy converters based on a-Si: H.
- The main directions of increasing the efficiency of photovoltaic solar energy converters.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины является:

1) изучение:

- возобновляемых источников энергии и перспектив солнечной энергетики;
- классификации фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии;
- основных материалов фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии;
- принципов работы, конструкции и характеристики фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии;
- параметров реальных фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии;
- потерь энергии в солнечном элементе;
- основ технологии формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных материалов;
- особенностей работы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе  $\alpha$ -Si:H;
- основных направлений повышения эффективности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

2) формирование умений:

- выбирать структуру использования альтернативных источников энергии;
- выбирать материалы и технологию изготовления солнечных элементов с заданными параметрами;
- моделировать фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии на основе кремния;
- выбирать и применять методы оценки качества солнечных элементов и перспективных направлениях их развития.

3) выработка навыков работы с:

-составлением структуры комплексного использования альтернативных источников энергии;

-материалами солнечной фотоэнергетики и с научно-технологическим оборудованием, используемым при производстве солнечных элементов.

2. Задачами дисциплины являются:

-получение знаний в области возобновляемые источники энергии, различных аспектов солнечной энергетики, фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии,

-формирование умений выбирать структуру использования альтернативных источников энергии, выбирать материалы и технологию изготовления солнечных элементов с заданными параметрами, моделировать фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии на основе кремния;

-формирования навыков выбора структуры комплексного использования альтернативных источников энергии, работы с научно-технологическим оборудованием, используемым при производстве солнечных элементов.

3. Знания:

-физических основ использования альтернативных источников энергии и энергоустановок на их основе;

-физических основ фотоэлектрических тонкопленочных преобразователей солнечной энергии;

-основных типов солнечных элементов, сформированных с использованием тонкопленочных технологий;

-физико-химические особенностей формирования однокаскадных и многокаскадных солнечных элементов и батарей;

-методов оценки качества солнечных элементов и перспективных направлениях их развития.

4. Умения:

- выбирать структуру использования альтернативных источников энергии;
- выбирать материалы и технологию изготовления солнечных элементов с заданными параметрами;
- моделировать фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии на основе кремния;
- выбирать и применять методы оценки качества солнечных элементов и перспективных направлениях их развития.

#### 5. Навыки работы с:

- составлением структуры комплексного использования альтернативных источников энергии;
- материалами солнечной фотоэнергетики и с научно-технологическим оборудованием, используемым при производстве солнечных элементов.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (научно-исследовательская работа) (Internship (Research Project))»
2. «Компьютерное моделирование гибридных систем возобновляемой энергетики (Computer Simulation of Hybrid Renewable Energy Systems)»
3. «Современные проблемы электроники (Problems of Modern Electronics)»
4. «Производственная практика (преддипломная практика) (Internship (Pre-degree Internship))»



### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

| <b>Код компетенции/<br/>индикатора<br/>компетенции</b> | <b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>   |
|--|--|
| ПК-1   | Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач |
| <i>ПК-1.1</i>  | <i>Знает принципы построения и функционирования изделий микро-и наноэлектроники</i>  |
| ПК-2   | Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию  |
| <i>ПК-2.1</i>  | <i>Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач</i>   |
| СПК-23   | Способен осуществлять проектирование солнечных фотоэлектрических преобразователей и выбор конструктивно-технологических вариантов их создания  |
| <i>СПК-23.1</i>  | <i>Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований солнечных фотоэлектрических преобразователей</i>  |

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

| № п/п | Наименование темы дисциплины   | Лек, ач | Пр, ач | ИКР, ач | СР, ач |
|-------|--|---------|--------|---------|--------|
| 1     | Введение   | 1       |        |         |        |
| 2     | Возобновляемые источники энергии.  | 2       | 6      |         | 20     |
| 3     | Солнечные элементы.  | 6       | 8      |         | 20     |
| 4     | Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H. | 6       | 8      | 1       | 21     |
| 5     | Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов.                        | 8       | 6      |         | 25     |
| 6     | Методы измерения параметров солнечных элементов.                                   | 10      | 6      |         | 25     |
| 7     | Заключение   | 1       |        |         |        |
|       | Итого, ач  | 34      | 34     | 1       | 111    |
|       | Из них ач на контроль  | 0       | 0      | 0       | 35     |
|       | Общая трудоемкость освоения, ач/зе   | 180/5   |        |         |        |

#### 4.1.2 Содержание

| № п/п | Наименование темы дисциплины   | Содержание  |
|-------|--|---|
| 1     | Введение   | Структура курса. Цели и задачи. Основные положения и определения.   |
| 2     | Возобновляемые источники энергии.  | Перспективы солнечной энергетики. Классификация фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. Основные материалы и типы тонкопленочных солнечных элементов. |
| 3     | Солнечные элементы.  | Принцип работы, конструкции и характеристики солнечных элементов на основе a-Si:H.  |
| 4     | Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H. | Многoperеходные фотоэлементы на основе аморфных гидрогенизированных полупроводников. Солнечные элементы на основе гетероструктуры a-Si:H/c-Si.                      |
| 5     | Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов.                        | Технология формирования на основе тонких пленок различных материалов, включая пленки гидрогенизированного аморфного и микрокристаллического кремния.                |

| № п/п | Наименование темы дисциплины                     | Содержание   |
|-------|--|--|
| 6     | Методы измерения параметров солнечных элементов. | Спектральные характеристики солнечных элементов. Методы и средства исследования спектральных зависимостей внешнего квантового выхода, спектральные зависимости коэффициентов отражения и пропускания. Экспериментальные установки для исследования спектральных характеристик. |
| 7     | Заключение                                       | Перспективы развития солнечной энергетики  |

#### 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.3 Перечень практических занятий

| Наименование практических занятий   | Количество ауд. часов |
|---|-----------------------|
| 1. Основные материалы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии  | 4                     |
| 2. Принцип работы, конструкции и характеристики солнечных элементов   | 4                     |
| 3. Параметры реальных солнечных элементов и модулей. Потери энергии в фотоэлектрических преобразователях солнечной энергии. | 6                     |
| 4. Основные направления повышения эффективности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе кремния      | 8                     |
| 5. Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных материалов                  | 6                     |
| 6. Методы и средства измерения параметров солнечных элементов и модулей.  | 6                     |
| Итого   | 34                    |

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

В течение семестра студенты должны представить два доклада. Цель задания: проведение обучающимся самостоятельного поиска и анализа информации по заданной теме, углубление знаний, полученных на лекциях, освоения навыков расширения своего профессионального кругозора, представления информации и участия в дискуссии. Студенты получают на выбор темы для устных докладов с презентацией.

##### **Примеры тем доклада №1**

1. Overview on iHOGA program
2. Solargis - the most accurate and reliable solar data in the market.
3. Review on Hybrid2 software
4. Overview of the software "Hybrid2". Functionality and application.
5. Overview of the PVSyst software product

##### **Примеры тем доклада №2**

1. Integrating solar energy station around Baltics.
2. Integrating photovoltaic solar energy in Khabarovsk krai.
3. The agrophotovoltaic station in the region of the Black Sea coast of the Caucasus.
4. Photovoltaic solar energy integration in south regions of Russia.
5. The influence of climatic conditions on the efficiency of solar power plants in Sri-Lanka.
6. Calculation and analysis of a residential solar power system in Kariba and Bulawayo Sri-Lanka.

7. Energy supply in the South Urals.

8. Calculation of technical and economic indicators of renewable energy systems of energy supply to remote regions of Nigeria.

Рекомендованное содержание доклада/презентации:

1. Титульный слайд (тема, автор).
2. Формулирование основной проблемы/ содержание доклада.
3. Историческая справка.
4. Основная часть.

Количество слайдов или изображений должно быть достаточным для раскрытия заданной темы, но не более 25 шт. На слайдах должен быть представлен преимущественно визуальный материал (рисунки, фотографии, схемы, графики, таблицы, формулы, видео). Допускается текст в виде тезисов. Не допускается заполнение слайда преимущественно текстом. Презентация должна быть оформлена лаконично, с применением визуальных стилей, цветовых решений и шрифтов, позволяющих слушателям комфортно воспринимать визуальную информацию.

Процедура защиты темы во время доклада.

Студент самостоятельно готовит презентацию в электронном виде (например, в редакторе PowerPoint) в соответствии с требованиями по содержанию и оформлению. Во время устного доклада не допускается только чтение материала с листа или слайда, материал должен подаваться обучающимся в виде свободного рассказа. Доклад должен длиться не более 10 минут. После доклада преподаватель может задать уточняющие вопросы, затем студенты в группе приглашаются к дискуссии по теме доклада.

Критерии оценивания:

1. Оформление презентации.
2. Стилль устного изложения.
3. Полнота раскрытия темы.

4. Актуальность изложенного материала.

5. Ответы на вопросы.

Доклад оценивается по системе зачет/незачет.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

| <b>Текущая СРС</b>  | <b>Примерная<br/>трудоемкость, ач</b> |
|---|---------------------------------------|
| Работа с лекционным материалом, с учебной литературой   | 30                                    |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)                 | 0                                     |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 0                                     |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ   | 0                                     |
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям                                    | 20                                    |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам  | 0                                     |
| Выполнение расчетно-графических работ   | 0                                     |
| Выполнение курсового проекта или курсовой работы  | 0                                     |
| Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме   | 26                                    |
| Работа над междисциплинарным проектом   | 0                                     |
| Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных | 0                                     |
| Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену   | 35                                    |
| <b>ИТОГО СРС</b>  | <b>111</b>                            |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| № п/п                     | Название, библиографическое описание   | К-во экз. в библ. |
|---------------------------|--|-------------------|
| Основная литература       |  |                   |
| 1                         | da Rosa, Aldo Vieira. Fundamentals of renewable energy processes [Текст] : монография / A. V. da Rosa, 2013. -884 с.   | 4                 |
| 2                         | Photonics [Текст] : scientific foundations, technology and applications / ed. by D. L. Andrews. -(A wiley-science wise co-publication). Vol. I : Fundamentals of Photonics and Physics, 2015. -xiv, 456 с.                     | 3                 |
| 3                         | DiMarzio Charles A. Optics for engineers [Текст] / C. A. DiMarzio, 2012. - XXIII, 535 с.   | 6                 |
| Дополнительная литература |  |                   |
| 1                         | Афанасьев, Валентин Петрович. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния [Электронный ресурс] / В.П. Афанасьев, Е.И. Теруков, А.А. Шерченков, 2010. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)   | неогр.            |
| 2                         | Filatov Yu.V. Wave optics [Электронный ресурс] : tutorial / Yu. V. Filatov, 2017. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)  | неогр.            |
| 3                         | Василевский, Александр Михайлович. Optics and optical measurements in solar energy [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. М. Василевский, Г. А. Коноплев, О. С. Степанова, 2020. -1 эл. опт. диск (CD-ROM) | неогр.            |

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

| № п/п | Электронный адрес  |
|-------|--|
| 1     | Прогностическая база данных климатических ресурсов NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources <a href="https://power.larc.nasa.gov/">https://power.larc.nasa.gov/</a> |

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12907>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Возобновляемые источники энергии (Renewable Energy Sources)» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

| Оценка              | Описание  |
|---------------------|---|
| Неудовлетворительно | Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины                  |
| Удовлетворительно   | Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок                 |
| Хорошо              | Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи                       |
| Отлично             | Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач. |

## Особенности допуска

Допуск к экзамену осуществляется при условии: посещения 80% занятий, представления 2 докладов на положительную оценку (зачет). Экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы экзаменационного билета, который содержит 2 теоретических вопроса и дополнительный вопрос по представленным ранее презентациям.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

| № п/п | Описание  |
|-------|---|
| 1     | Introduction. Nonrenewable Energy Sources: oil, gas, shale sand, nuclear energy, etc.   |
| 2     | HJT Technology evaluation. Solar cell technologies, world records and some new concepts.  |
| 3     | Hydrogen, geothermal (low and high temperature), solar (passive, active, thermal, photoelectric), hydroelectric, tidal, wind, bio-energies. Advantages and disadvantages  |
| 4     | NREL efficiency chart – one of a kind cells. Progress in PV Efficiency Tables.  |
| 5     | Advantages and disadvantages. Ecology and gas hydrates. Rational use and energy saving.   |
| 6     | Money flows distributed in time, grid parity, levelised cost of energy (LCOE) and storage (LCOS).   |
| 7     | Solar energy. Technologies of solar cell and electrostations. Thin film Si, bulk m,p c-Si solar cell and characterizations.   |
| 8     | Express estimation of the fund repayment period. Problems of lifetime prediction (forecast). Problems of battery degradation and economic risks.                          |
| 9     | Mechanism of light soaking effect. Solar cell manufacturing process. Development, operation and monitoring of solar power plants. Autonomous and network electrostations. |
| 10    | Standard test condition (STC), Performance test condition (PTC), What does AM mean? Spectral composition of solar radiation. Calculation tasks.                           |
| 11    | Power curves and characteristics for solar cells. Current, voltage and power curves of solar cell.  |
| 12    | Solar power usage optimization for residential photovoltaic system.   |
| 13    | Short circuit current $I_{sc}$ , open circuit voltage ( $V_{oc}$ ), fill factor. Maximum power point (MPP)  |
| 14    | Description of the control system. Solar plant energy generation prognosis. Stochastic models. Dispatcher module for system with accumulator battery.                     |
| 15    | Autonomous cottage station. Installation on the roof, wiring inside and outside the cottage, an inverter.   |

|    |  |
|----|--|
| 16 | Eurasian super grid for 100% renewable energy power supply: generation and storage technologies in the cost optimal mix.   |
| 17 | Autonomous cottage station, its work and features, storage system, gasoline generator, safety.   |
| 18 | Comparative analysis of electricity generation costs from renewable, fossil fuel and nuclear sources in G20 countries for the period 2015-2030                           |
| 19 | Description of EasySolar Vectron Energy inverter 12V and 24V, 1600VA   |
| 20 | The construction of the network solar station 75 kW for 9 days.  |
| 21 | Wind energy, turbines in size and efficiency. Wind power adaptability and scalability  |
| 22 | STC PTC Calculation.ppt and on-line calculators to get solar and wind mapping for stations optimization  |
| 23 | Table “Unsubsidized Levelized Cost of Energy Comparison”   |
| 24 | Political aspects of wind energy. LCOE reduction. Energy storage example. Technological aspects -grid integration  |
| 25 | Oerlicon thin film technology. Production Processes, 20MWp standard, 40MWp Standard 40MWp.   |
| 26 | Description of the control system. Solar plant energy generation prognosis.  |
| 27 | Oerlicon thin film technology. Production Processes, Facility integration, Sample Corvus: 40MWp.   |
| 28 | Discussion of reports on the 2nd presentations: a program for calculating efficiency and a comparative analysis of the solar and wind potential of the region of choice. |
| 29 | Discussion of reports on the 2nd presentations: a program for calculating efficiency and a comparative analysis of the solar and wind potential of the region of choice. |
| 30 | Discussion of reports on the 2nd presentations: a program for calculating efficiency and a comparative analysis of the solar and wind potential of the region of choice. |

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Renewable Energy Sources ФЭЛ

1. Introduction. Nonrenewable Energy Sources: oil, gas, shale sand, nuclear energy, etc.
2. Political aspects of wind energy. LCOE reduction. Energy storage example.

Technological aspects - grid integration

3. Discussion of reports on the 2nd presentations: a program for calculating efficiency and a comparative analysis of the solar and wind potential of the region of choice.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С. А. Тарасов

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

| Неделя | Темы занятий   | Вид контроля  |
|--------|--|---|
| 2      | Возобновляемые источники энергии.<br>Солнечные элементы.<br>Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H. |   |
| 3      |  |   |
| 4      |  |   |
| 5      |  |   |
| 6      |  |   |
| 7      |  | Доклад / Презентация  |
| 8      |  | Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов.<br>Методы измерения параметров солнечных элементов. |
| 9      |  |   |
| 10     |  |   |
| 11     |  |   |
| 12     |  |   |
| 13     |  |   |
| 14     |  |   |
| 15     |  |   |
| 16     | Доклад / Презентация   |   |

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен и представления двух докладов.

В течение семестра каждый студент обязан подготовить два доклада, которые должны быть зачтены преподавателем.

Критерии оценивания докладов:

1. Оформление презентации.
2. Стиль устного изложения.

3. Полнота раскрытия темы.
4. Актуальность изложенного материала.
5. Ответы на вопросы.

Доклад оценивается по системе зачет/незачет.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

| Тип занятий            | Тип помещения                        | Требования к помещению   | Требования к программному обеспечению                        |
|------------------------|--------------------------------------|--|--|
| Лекция                 | Лекционная аудитория                 | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук, компьютер, ЭВМ                       | 1) Windows XP и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше, ПК |
| Практические занятия   | Аудитория                            | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук, компьютер, ЭВМ                       | 1) Windows XP и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше, ПК |
| Самостоятельная работа | Помещение для самостоятельной работы | Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. | 1) Windows XP и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше, ПК |

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Дата</b> | <b>Изменение</b> | <b>Дата и номер протокола<br/>заседания УМК</b> | <b>Автор</b> | <b>Начальник<br/>ОМОЛА</b> |
|------------------|-------------|------------------|---|--------------|----------------------------|
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |