



Министерство науки  
и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
Институт дистанционного  
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИДДО

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Шиндина Т.А.                |
|  | Идентификатор                                      | Rd0ad64b2-5hindaTA-e12224c9 |

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

|                        |   |
|------------------------|---|
| Наименование программы | Возобновляемые источники энергии и энергоустановки на их основе |
| Форма обучения         | очная   |
| Выдаваемый документ    | удостоверение о повышении квалификации                          |
| Новая квалификация     | не присваивается  |
| Центр ДО               | Кафедра "Химии и электрохимической энергетики"                  |

Зам. начальника  
ОДПО

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Борченко И.Д.                  |
|  | Идентификатор                                      | R78f3a961-BorchenkoID-e2a246f5 |

И.Д. Борченко

Начальник ОДПО

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Селиверстов Н.Д.                |
|  | Идентификатор                                      | Rf19596d9-SeliverstovND-39ee0b7 |

Н.Д.  
Селиверстов

Начальник ФДО

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Малич Н.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | R13696f6e-MalichNV-45fe3095 |

Н.В. Малич

Руководитель ХиЭЭ

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Кулешов Н.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6 |

Н.В. Кулешов

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Кулешов Н.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6 |

Н.В. Кулешов

Москва



## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** получение компетенций и приобретение квалификации, необходимых для выполнения трудовых функций нового вида профессиональной деятельности.

**Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 143, зарегистрированным в Минюсте России 22.03.2018 г. № 50480.

- с Профессиональным стандартом 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденным приказом Минтруда 04.03.2014 г. № 121н, зарегистрированным в Минюсте России 21.03.2014 г. № 31692, уровень квалификации 7.

**Форма реализации:** обучение в МЭИ.

**Форма обучения:** очная.

**Режим занятий:**

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 12 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя

**Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы:** лица, желающие освоить дополнительную образовательную программу, должны иметь высшее образование или получать высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

**Выдаваемый документ:** при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

**Срок действия итоговых документов**

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

| Компетенция  | Требования к результатам   |
|--|--|
| ОПК-2: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | Знать:<br>- природу происходящих физических и химических явлений;<br>- основные направления водородной энергетики.                     |
|  | Уметь:<br>- использовать определять эффективные способы электрохимического производства водорода для определенного вида использования. |
|  | Владеть:<br>- навыками оценки эффективности водородных установок.  |

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации 7.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

| Трудовые функции  | Требования к результатам  |
|---|---|
| 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»                                    |   |
| ПК-32/D/04.7/1 способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ | Трудовые действия:<br>- Обеспечение научного руководства практической реализацией результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ;<br>- Организация внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;<br>- Анализ возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;<br>- Осуществление подготовки и представления руководству отчета о практической реализации результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ;<br>- Контроль реализации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. |



|      |   |            |            |           |          |          |           |            |          |           |                |
|------|---|------------|------------|-----------|----------|----------|-----------|------------|----------|-----------|----------------|
| 1    | Возобновляемые источники энергии и энергоустановки на их основе   | 14         | 14         | 14        |          |          |           |            |          | Нет       |                |
| 1.1. | Электрохимические энергоустановки. Классификация и основные параметры накопителей. Электрохимические накопители энергии | 4          | 4          | 4         |          |          |           |            |          | Дискуссия |                |
| 1.2. | Основные понятия о водородном накоплении энергии. Электролиз воды.  | 5          | 5          | 5         |          |          |           |            |          | Дискуссия |                |
| 1.3. | Хранение и транспортировка водорода.  | 5          | 5          | 5         |          |          |           |            |          | Дискуссия |                |
| 2    | Итоговый зачет  | 20         | 03         |           |          |          | 03        | 1.7        |          |           | Итоговый зачет |
|      | <b>ИТОГО:</b>   | <b>160</b> | <b>143</b> | <b>14</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>03</b> | <b>1.7</b> | <b>0</b> |           |                |

### 3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

| №    | Наименование дисциплин (модулей)  | Содержание дисциплин (модулей)   |
|------|---|--|
| 1.   | Возобновляемые источники энергии и энергоустановки на их основе   |  |
| 1.1. | Электрохимические энергоустановки. Классификация и основные параметры накопителей. Электрохимические накопители энергии | <p>Электрохимические энергоустановки. Классификация. Основные типы, параметры и принципы функционирования. Методы и средства аккумулирования электрической энергии. Электрохимические преобразователи энергии. Энергоустановки на топливных элементах. Классификация типов топливных элементов. Основные характеристики и закономерности функционирования. Генераторы водорода. Классификация и закономерности функционирования. Выбор оборудования на основе электрохимических преобразователей для автономного энергоснабжения. Методы и средства аккумулирования электрической энергии. Классификация и основные параметр накопителей. Механические, электрохимические, электромагнитные накопители</p> |

| №    | Наименование дисциплин (модулей)  | Содержание дисциплин (модулей)   |
|------|---|--|
|      |   | <p>электроэнергии. Аккумуляторные батареи (АБ). Типы АБ. Основные характеристики и закономерности функционирования. Особенности их использования для автономного энергоснабжения. Суперконденсаторы и редокс-батареи.</p>  |
| 1.2. | <p>Основные понятия о водородном накоплении энергии. Электролиз воды.</p> | <p>Схемы водородных накопителей энергии на основе электролизеров воды, топливных элементов и систем хранения водорода. Принципиальные схемы использования щелочных, твердополимерных и высокотемпературных электролизных установок. Расчет и эксплуатация электролизных установок. Способы производства водорода: кислородная и парокислородная конверсия природного газа, получение водорода с помощью угля, химические и электрохимические циклы, другие способы производства водорода. Место электрохимического способа производства водорода. Термодинамика процесса электролиза воды. Теоретическое напряжение разложения. Уравнение Нернста. Скорость электрохимических реакций. Перенапряжение выделения водорода и кислорода. Механизмы анодного выделения кислорода и катодного выделения водорода. Количественные соотношения при электролизе воды. Тепловой баланс электролизной ячейки. Напряжение на электрохимической ячейке. Виды электролизеров. Энергетические затраты на производство водорода. Техничко-экономические характеристики электролизеров Щелочной электролиз воды. Особенности массопереноса в щелочной электролизной электрохимической группе. Особенности падения напряжения в ячейке щелочного электролиза. Катализаторы катодного выделения водорода и анодного выделения кислорода. Твердополимерный электролиз воды. Особенности поляризации на границе катализатор – твердополимерный электролит. Мембранно – электродные блоки. Физико – химические характеристики протонпроводящих мембран. Кластерно-сетчатая модель ТПЭ. Переноса протона в структурах с водородной связью. Высокотемпературный электролиз. Напряжение на ячейке. Проблема создания высокотемпературной керамической перегородки. Тепловыделение в системе. Особенности оксидных материалов для анодов. Планарные и трубчатые</p> |

| №    | Наименование дисциплин (модулей)     | Содержание дисциплин (модулей)   |
|------|--------------------------------------|--|
|      |                                      | элементы.  |
| 1.3. | Хранение и транспортировка водорода. | Способы хранения и транспортировки водорода. Техничко-экономическое сравнение различных способов хранения и транспортировки: газобаллонного, в жидком виде, хранение в гидридах металлов и др. Эффективность хранения сжатого водорода при различных давлениях. Энергозатраты на компримирование. Работа адиабатического сжатия водорода. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением. Хранение жидкого водорода. Крупномасштабное, геологическое хранение водорода. Хранение жидкого водорода, в виде гидридов и в носителях. Транспортировка водорода. |

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

| Характеристика образовательной технологии |  |
|---|--|
| Наименование                              | Краткая характеристика   |
| Проверочная работа                        | Проведение проверочной работы по курсу, к работе допускаются слушатели посетившие все занятия. |

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

##### 5.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

##### 5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

### **5.3. Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация по программе проводится в форме . Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

### **5.4. Независимый контроль качества обучения**

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

## **6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) литература НТБ МЭИ:

1. Выработка рекомендаций по созданию интегрированных систем электролизер - металло-гидридная система очистки, аккумулирования водорода. Ч.1. Заключительный отчет : НИР / Н. В. Кулешов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ", Кафедра химии и электрохимической энергетики (ХиЭЭ) . – М., 2012 . – 106 с.

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=3075;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=3075)

2. Нефедкин, С. И. Расчет схем автономного энергоснабжения потребителя на основе солнечной фотоэлектрической станции и водородного аккумулирования энергии : учебно-методическое пособие по курсу "Автономные энергоустановки и системы" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. И. Нефедкин, М. И. Крючкова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 40 с.

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8208;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8208)

3. Хранение и транспортировка водорода : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров 13.03.01 и 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Д. В. Блинов, Н. В. Кулешов, Ю. А. Славнов, В. И. Борзенко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 100 с. - ISBN 978-5-7046-2416-5 .

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11571.](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11571)

б) литература ЭБС и БД:

1. Кулешов Н. В., Попов С. К., Захаров С. В., Нефедкин С. И., Кулешов В. Н., Петин С. Н., Рогалев А. Н., Киндра В. О., Фатеев В. Н.- "Водородная энергетика", Издательство: "НИУ МЭИ", Москва, 2021 - (548 с.)

[https://e.lanbook.com/book/307244.](https://e.lanbook.com/book/307244)

в) используемые ЭБС:

*Не предусмотрено*

### **6.2. Кадровое обеспечение**

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложении Е.

### **6.3. Финансовое обеспечение**

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложении Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

### **6.4. Материально-техническое обеспечение**

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении З.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

## **ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)**

| № п/п | Содержание изменения (актуализации) | Дата утверждения изменений |
|-------|-------------------------------------|----------------------------|
|-------|-------------------------------------|----------------------------|

Руководитель  
образовательной  
программы

|   |                               |
|---|-------------------------------|
|  |                               |
| Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»                                  |                               |
| Сведения о владельце ЦЭП МЭИ  |                               |
| Владелец  | Кулешов Н.В.                  |
| Идентификатор   | Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6 |

Н.В.  
Кулешов