

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1157908	Исследование высоковольтных электронных аппаратов и преобразователей при управлении параметрами качества электроэнергии

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Высоковольтное оборудование и установки	<b>Код ОП</b> 1. 13.04.02/33.08
<b>Направление подготовки</b> 1. Электроэнергетика и электротехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Лузгин Владислав Игоревич	к.т.н., доцент	Доцент	Кафедра электротехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Исследование высоковольтных электронных аппаратов и преобразователей при управлении параметрами качества электроэнергии

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя следующие дисциплины: «Электронные коммутационные аппараты», «Электронные трансформаторы тока и напряжения с оптоэлектронными линиями связи», «Электронные устройства учета коммутационного и механического ресурса выключателей», «Электронные трансформаторы тока и напряжения», «Сопряжение электронных аппаратов с требованиями международных стандартов МЭК61850 в части требований, предъявляемых к цифровым подстанциям, организации событийного протокола передачи данных». Модуль способствует формированию умений использования методов, основ математического моделирования применительно к проектированию современных электронных аппаратов, патентному поиску и анализу принципов функционирования существующих конструкций

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Исследование высоковольтных электронных аппаратов и преобразователей при управлении параметрами качества электроэнергии	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Исследование высоковольтных электронных аппаратов и	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские,	З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для

преобразователе й при управлении параметрами качества электроэнергии	технические, организационно- экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	формулирования и решения задач проблемной области знания  У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общинженерных наук  П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общинженерных наук
	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности  У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа  П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ
	ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта	З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов  У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры  П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности

	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных</p>	<p>З-5 - Перечислить основные характеристики и параметры переходного восстанавливающегося напряжения</p> <p>У-5 - Оценивать нормирование параметров ПВН</p> <p>П-5 - Выполнять оценку основных параметров ПВН</p>
	<p>ПК-5 - Способен моделировать работу высоковольтного электрооборудования, преобразователей энергии, высоковольтных электронных аппаратов и установок на базе стандартных пакетов прикладных программ</p>	<p>З-7 - Привести примеры методов проведения экспериментальных исследований по заданной методике</p> <p>У-7 - Анализировать методы моделирования процессов в схемах электрических систем в стационарных и переходных режимах</p> <p>П-7 - Иметь практический опыт пользования современными методиками</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Исследование высоковольтных**  
**электронных аппаратов и преобразователей**  
**при управлении параметрами качества**  
**электроэнергии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Лузгин Владислав Игоревич	к.т.н., доцент	Доцент	Кафедра электротехники

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Общие сведения о работе АВН в электрических системах и установках. Короткие замыкания в электрических системах и работа АВН. Взаимодействие выключателей и системы. Техничко-экономические показатели, надежность и требования к выключателям
P2	Нормирование параметров ПВН	Работа выключателей при отключении коротких замыканий. Процессы гашения дуги и влияние на них параметров сети. Основные характеристики и параметры переходного восстанавливающегося напряжения. Нормирование параметров ПВН
P3	Расчеты восстанавливающихся напряжений	Расчеты восстанавливающихся напряжений в системах. Применение метода встречного тока (теорема Тевенена) и операционного исчисления для исследования ПВН. Расчеты восстановления напряжения в схемах с сосредоточенными параметрами, многочастотные схемы. Расчеты восстанавливающихся напряжений в электрических схемах с длинными линиями. Особенности ПВН при отключении удаленных коротких замыканий. Расчет восстановления напряжения и анализ его характеристик в трехфазных схемах. Преобразование расчетных схем. Расчет восстановления напряжения при коротких замыканиях в сложных системах с длинными линиями. Особенности изменения токов и восстанавливающихся напряжений однофазных и трехфазных удаленных коротких замыканий.

		Расчет восстановления напряжения при отключении коротких замыканий на линии на некотором расстоянии от выключателя
<b>Р4</b>	Лаборатории для испытания выключателей	<p>Лаборатории для испытания выключателей. Устройство и схемы машинных, сетевых и смешанных лабораторий для испытания аппаратов на отключающую способность. Лаборатории с колебательным контуром проф. Горева, их особенности, выбор параметров.</p> <p>Методы и схемы синтетических испытаний аппаратов. Пути снижения стоимости установок для испытания мощных выключателей. Синтетические схемы с различными источниками отключаемого тока и восстанавливающегося напряжения. Требования к синтетическим схемам. Методы выполнения синтетических схем. Обеспечение необходимой длительности горения дуги и АПВ при испытаниях по синтетическим схемам. Искажение отключаемого тока в синтетических схемах. Методы уменьшения искажения отключаемого тока и увеличения эквивалентной мощности испытаний.</p> <p>Методы синхронизации контуров в синтетических схемах испытания выключателей. Достоинства и недостатки различных методов. Измерительные схемы и устройства, применяемые при испытаниях выключателей. Примеры и анализ схем установок для испытания выключателей на отключающую способность</p>
<b>Р5</b>	Методы снижения характеристик ПВН	<p>Методы снижения характеристик ПВН. Расчеты ПВН на выключателях с шунтирующими сопротивлениями. Сопоставление характеристик ПВН при однофазных и трехфазных к.з.</p> <p>Автоматизация испытаний аппаратов и обработки результатов испытаний. Применение микропроцессорной техники. Оценки надежности аппаратов и результатов испытаний с применением теории вероятности и статистических оценок</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .



## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Исследование высоковольтных электронных аппаратов и преобразователей при управлении параметрами качества электроэнергии**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Бочаров, Ю. Н.; Техника высоких напряжений : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Куффель, Е., Цаенгль, В., Куффель Д. ж., Смольский, С. М., Кужекин, И. П.; Техника и электрофизика высоких напряжений : [учеб.-справ. рук.]; Интеллект, Долгопрудный; 2011 (10 экз.)
2. Черных, И. В.; Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink; ДМК Пресс : Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2008 (3 экз.)
3. , Агафонов, Г. Е., Бабкин, И. В., Берлин, Б. Е., Вишнеvский, Ю. И.; Электрические аппараты высокого напряжения с элегазовой изоляцией; Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, Санкт-Петербург; 2002 (43 экз.)
4. , Розанов, М. Н., Руденко, Ю. Н.; Надежность систем энергетики и их оборудования : Справочник : В 4 т. Т. 2. Надежность электроэнергетических систем ; Энергоатомиздат, Москва; 2000 (1 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<https://digital-library.theiet.org/>

<https://onlinelibrary.wiley.com/>

<https://link.springer.com/>

<https://www.sciencedirect.com/>

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<https://www.scopus.com>

<https://www.tstu.ru/r.php?r=obuch.book.elib1>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://lib.urfu.ru> Библиотека УрФУ

<http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Исследование высоковольтных электронных аппаратов и преобразователей при управлении параметрами качества электроэнергии**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14 Matlab+Simulink
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	GoogleChrome MozillaFirefox
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad 14 Matlab+Simulink GoogleChrome MozillaFirefox

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad 14 Matlab+Simulink GoogleChrome MozillaFirefox
---	----------------------------------	---	---