

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.06.2022 08:57:12  
Уникальный программный ключ:  
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafb

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени А.А. ЕЖЕВСКОГО**

Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и электротехники

Утверждаю  
Декан факультета



26 марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
«Техника высоких напряжений»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) «Электроснабжение»

(уровень бакалавриата)

Форма обучения: очная / заочная  
3 курс, 6 семестр / 3 курс

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – формирование знаний об электрофизических процессах в изоляции электрооборудования, о механизмах развития грозовых и внутренних перенапряжений, о координации изоляции и её проектировании, о методах испытаний и контроля состояния изоляции.

Основные задачи освоения дисциплины: освоение учащимися методов оценки электрической прочности изоляции, надёжности молниезащиты, определения уровня перенапряжений в сетях высокого и сверхвысокого напряжения, выбора защитных устройств.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Техника высоких напряжений» находится в части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина изучается в 6 семестре.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ)

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОП	Индикаторы компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-12	Способностью участвовать в пуско-наладочных работах	ИД-1 <sub>ПК-12</sub> Осуществляет контроль соответствия передаваемых в монтаж элементов кабельных линий электропередачи требованиям стандартов, технических условий, проектной документации	<b>знать:</b> основные фундаментальные процессы возникновения и исчезновения заряженных частиц в диэлектрических средах и механизмы пробоя различного оборудования, методы контроля ее состояния и причины приводящие к выходу изоляции из строя; способы получения и измерения высоких напряжений; физическую природу возникновения перенапряжений и способах защиты от них. <b>уметь:</b> применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности; применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере; использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин; экспериментально определять основные параметры электро разрядных процессов, выбирать оптимальные условия надежного функционирования изоляции электрооборудования; использовать методы анализа, моде-

		<p>лирования и расчетов режимов сложных систем, изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием современных компьютерных технологий и специализированных программ; проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики; планировать эксперименты для решения определенной задачи профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы со справочной литературой и нормативно-техническими материалами; методами расчета режимов трехфазного, несимметричного коротких замыканий и однократной продольной несимметрии для простейшей схемы энергосистемы; опытом использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля; опытом приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора; опытом аргументированного письменного изложения собственной точки зрения; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа, логики различного рода рассуждений; навыками критического восприятия информации; опытом применения методов расчета перенапряжений в линейных и нелинейных электрических цепях; опытом анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.</p>
--	--	---

#### **4 ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение по дисциплине лиц, относящихся к категории инвалидов, и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в Университете предусматривается создание специальных условий, включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания Университета и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение обра-

зовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

## **5 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е. – 180 часов

### **5.1 Объем дисциплины и виды учебной работы:**

**5.1.1. Очная форма обучения: Семестр – 6, вид отчетности – экзамен (8 семестр).**

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
	6 семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>180/5</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>60</b>
в том числе:	
Лекции (Л)	30
Семинарские занятия (СЗ)	16
Лабораторные работы (ЛР)	14
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>84</b>
Курсовой проект (КП) <sup>1</sup>	-
Курсовая работа (КР) <sup>2</sup>	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-
Реферат (Р)	-
Эссе (Э)	-
Контрольная работа	24
Самостоятельное изучение разделов	-
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	60
Подготовка и сдача экзамена <sup>2</sup>	<b>36</b>
Подготовка и сдача зачета	-

**5.1.2. Заочная форма обучения: курс – 3, вид отчетности 3курс – экзамен.**

<sup>1</sup> На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачетной единицы трудоемкости (36 часов)

<sup>2</sup> На экзамен по дисциплине выделяется одна зачетная единица (36 часов)

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
	7 семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>180/5</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>22</b>
в том числе:	
Лекции (Л)	8
Семинарские занятия (СЗ)	6
Лабораторные работы (ЛР)	6
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>124</b>
Курсовой проект (КП) <sup>3</sup>	-
Курсовая работа (КР) <sup>4</sup>	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-
Реферат (Р)	-
Эссе (Э)	-
Контрольная работа	24
Самостоятельное изучение разделов	80
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	20
Подготовка и сдача экзамена <sup>2</sup>	<b>36</b>
Подготовка и сдача зачета	-

<sup>3</sup> На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачётной единицы трудоёмкости (36 часов)

<sup>4</sup> На экзамен по дисциплине выделяется одна зачётная единица (36 часов)

## 6. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий:

### 6.1.1 Очная форма обучения:

№ п.п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практические (семинарские)	лабораторные работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
<b>6 семестр</b>						
<b>1.</b>	<b>Разряды в газах</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>18</b>	<b>тест</b>
1.1	Конфигурация электрических полей. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера.	2	2	-	6	
1.2	Закон Пашена. Разряд в неоднородных полях. Эффект полярности. Барьерный эффект. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции (вольт-секундная характеристика — ВСХ).	2	2	-	6	
1.3	Коронный разряд. Потери энергии при коронировании. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердой изоляции.	2	2	-	6	
<b>2</b>	<b>Высоковольтная изоляция</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>тест</b>
2.1	Высоковольтные изоляторы	2	2	-	6	
2.2	Изоляция высоковольтных конденсаторов. Изоляция трансформаторов.	2	2	-	6	
2.3	Изоляция кабелей. Изоляция электрических машин.	2	-	-	6	реферат
2.4	Профилактика изоляции.	2		2	6	Защита л/р
<b>3</b>	<b>Высоковольтное испытательное</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>тест</b>

№ п.п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практические (семинарские)	лабораторные работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
<b>6 семестр</b>						
	<b>оборудование и измерения</b>					
3.1	Установки для получения высоких переменных напряжений. Установки для получения высоких постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ).	2	-	2	6	Защита л/р
3.2	Измерение высоких напряжений. Шаровые разрядники. Электростатические вольтметры. Делители напряжения (ДН). Омический делитель ( $R1 \gg R2$ ). Емкостный делитель ( $C2 \gg C1$ ). Смешанный делитель напряжения.	2	-	2	6	Защита л/р
<b>4</b>	<b>Перенапряжения и защита от них</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>тест</b>
4.1	Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения.	2	-	-	6	
4.2	Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов (ВЛ).	2	-	2	6	Защита л/р
4.3	Средства защиты от перенапряжений	2		2	4	Защита л/р
4.4	Волновые процессы в линиях. Преломление и отражение волн в узловых точках. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз.	2	2	-	6	
4.5	Волновые процессы в обмотках трансформаторов. Начальное распределение напряжения вдоль обмотки	2	4	2	4	Защита л/р

№ п.п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятель- ную и трудоемкость (в ча- сах)				Формы текущей, промежуточной ат- тестации
		Лекции (Л)	Практические (семинарские)	лабораторные ра- боты (ЛР)	самост. работа (СРС)	
<b>6 семестр</b>						
	Трансформаторов. Установившийся режим (или принужденный режим). Переходный процесс. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора. Звезда с заземленной нейтралью. Звезда с изолированной нейтралью. Соединение обмоток треугольником. Передача волн перенапряжения из одной обмотки в другую.					
4.6	Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и батарей конденсаторов. Отключение ненагруженных ВЛ. Отключение батарей конденсаторов. Дугогасящие аппараты.	2		2	4	Защита л/р
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>84</b>	<b>36 экзамен</b>

### 6.1.2 Заочная форма обучения:



№ п.п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практические (семинарские)	лабораторные работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
<b>3 курс</b>						
1.	Разряды в газах	2	-	2	30	Контрольная работа, защита л.р.
2	Высоковольтная изоляция	2	2	2	32	
3	Высоковольтное испытательное оборудование и измерения	2	2		32	
4	Перенапряжения и защита от них	2	2	2	30	
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>124</b>	<b>36 экзамен</b>

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>5</sup>:**

### **7.1.1. Основная литература:**

1. Наумов, Игорь Владимирович. Высоковольтное электрооборудование сельских распределительных сетей. (Электрические сети) : учеб. пособие для вузов : рек. Учеб.-метод. об-нием / И. В. Наумов, 2003. - 177 с.

2. Наумов, Игорь Владимирович. Электрооборудование в системах электроснабжения : учеб. пособие для вузов по спец. 110302 - Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва : допущено Учеб.-метод. об-нием / И. В. Наумов, Т. Б. Лещинская, С. И. Бондаренко ; под ред. И. В. Наумова , 2007. - 453 с.

3. Михеев Г. М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования [Электронный учебник] / Михеев Г.М., 2010. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=55852](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=55852)

### **7.1.2. Дополнительная литература:**

1. Шлейников, В. Б. Электроснабжение силовых электроприемников цеха промышленного предприятия [Электронный учебник] : учеб. пособие, 2012. - 110 с. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/205013>

2. Болоев, Евгений Викторович. Изоляция и перенапряжения : учеб. пособие для вузов / Е. В. Болоев, А. Г. Черных, 2005. - 238 с.

<sup>5</sup>В рабочие программы вносятся литература из электронного каталога книгообеспеченности по ОП

3. Кадомская, Кира Пантелеймоновна. Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них : учеб. для вузов / К. П. Кадомская, Ю. А. Лавров, А. А. Рейхердт, 2004. - 367 с.

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей в вопросах и ответах : пособие для изучения и подготовки к проверке знаний / авт.-сост. В. В. Красник, 2004. - 129 с.

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. Сайт <http://www.tipovoy-proekt.ru/> – сайт по проектированию в электроэнергетике.
2. Сайт <http://myelectro.com.ua> – сайт по электроэнергетике в современном мире.
3. Сайт <http://www.irkutskenergo.ru> – сайт Иркутскэнерго.
4. Электронная библиотека «eLibrary»: [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru).
5. Электронная библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>.
6. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>.
7. Электронная библиотечная система издательства «Юрайт»: <http://www.biblio-online.ru>.

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

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Договор №, дата, организация
1	2	3
<b>Лицензионное программное обеспечение</b>		
1	Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN No Level (апгрейд операционной системы)	лицензии: № 44217759, 44667904, 43837216, 44545018, 44545016
2	Microsoft Office 2007 (пакет офисных приложений Майкрософт)	лицензии: № 44217759, 44667904, 43837216, 44545018, 44545016, 44217780

### 8 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОцесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий и др. объектов для проведения учебных занятий	Основное оборудование	Форма использования
1	2	3	4
1	Учебная аудитория 143	Специализированная мебель: сто-	Для проведения лекцион-

		<p>лы ученические - 16 шт., стол преподавателя – 1 шт., стулья - 34 шт. Технические средства обучения: проектор Epson EMP-X52 - 1 шт., экран - 1 шт., ПК рабочее место - 1 шт., колонки - 1 шт., доска магнитно-маркерная - 1 шт., учебно-наглядные пособия.</p>	<p>ных и семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации</p>
2	Учебная аудитория 144	<p>Специализированная мебель: столы ученические -3 шт., стол преподавателя - 1 шт., стулья - 20 шт., Технические средства обучения: доска маркерная.</p> <p>Учебно-наглядные пособия, лабораторное оборудование: плакаты и демонстрационные стенды с электрооборудованием, 5 стендов (токовая отсечка; Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени; Максимальная токовая защита с пуском по напряжению; Максимальная токовая защита с ограниченно-зависимой выдержкой времени; Защита от однофазных коротких замыканий на землю; Продольная дифференциальная защита ЛЭП; Дифференциальная защита трансформатора; Дифференциальная защита шин).</p>	<p>для проведения занятий практических, семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации</p>
3	Аудитория 303 научно-библиографический отдел	<p>Специализированная мебель: Стол - 11 шт.; Стул - 11 шт. Технические средства обучения: 11 персональных компьютеров подключенных к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ и электронно-библиотечную систему (электронной библиотеки); сканер CanoScan LIDE 110 - 2 шт.; Принтер HP Lazer Jet P 2055 - 1 шт.; Принтер HP Lazer Jet M 1132 MFP - 1 шт.</p>	<p>Для самостоятельной работы студентов</p>

## Рейтинг-план дисциплины

3 курс, 6 семестр

Лекций – 30 ч. Практических занятий – 16 ч. Лабораторных работ – 14 ч. Экзамен.  
Текущие аттестации: 1 контрольная работа.

Раздел дисциплины	Максимальный балл	Сроки
Модуль №1. Высоковольтная изоляция (опрос, тестирование, контрольная работа, защита отчётов по л.р.).	20	5 неделя
Модуль №2. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения (опрос, тестирование, защита отчётов по л.р.).	20	10 неделя
Модуль №3. Перенапряжения и защита от них (опрос, тестирование, решение задач).	20	15 неделя
<b>ИТОГО</b>	<b>60</b>	
Сумма баллов для допуска к экзамену	от 40	
Итоговый рейтинговый балл	от 0 до 100	

### Распределение премиальных баллов

Вид работы	Единица измерения	Премиальные баллы
Посещение лекционных занятий (80 -100%)	семестр	0-12
Посещение практических занятий (80-100%)	семестр	0-12
Активность на занятиях	семестр	0-16
<b>Итого</b>		<b>до 40</b>

### Определение итоговой оценки по дисциплине

По результатам работы в семестре студент может получить автоматически экзамен при условии, если он набрал более 50 баллов. Если студент набрал менее 40 баллов, то он не допускается к экзамену. Неудачившим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неуспеваемости) в предусмотренные кафедрой и деканатом сроки.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
Меньше 50	неудовлетворительно
51 - 70	удовлетворительно
71 - 90	хорошо
91 - 100	отлично

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и учебным планом направления подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение.

Программу составил:  \_\_\_\_\_ Подъячих Сергей Валерьевич

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения и электротехники.

Протокол № 7 от 26 марта 2021 г.

Заведующий кафедрой:  \_\_\_\_\_ Подъячих Сергей Валерьевич