



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Электрические станции и подстанции»**

Кафедра «Инженерная физика» факультета физического

Образовательная программа

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы

Возобновляемые источники энергии и гидроэлектростанции

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП (Б1.О.04.05)

Махачкала, 2021


Рабочая программа дисциплины «Электрические станции и подстанции» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (**уровень бакалавриата**) от 28 февраля 2018 г. № 144.

**Разработчик:** Нурмагомедов Ш.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры инженерной физики

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерная физика от « 29 » 06 2021г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 30 » 06 2021г., протокол № 10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» июля 2021 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» входит в обязательную часть ОПОП *бакалавриата* по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой «Инженерная физика».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у студентов знаний по электрической части электростанций, знакомство с устройством и работой электрооборудования, получение глубоких знаний по физической сущности основных явлений и процессов в электрооборудовании.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных – ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме самостоятельных, контрольных работ, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Объем дисциплины 8 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
5	108	72	36	-	36	-	-	36	зачет
6	180	50	14	-	36	-	-	94+36	экзамен

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электрические станции и подстанции» являются формирование знаний по электрической части электростанций, знакомство с устройством и работой электрооборудования, получение глубоких знаний по физической сущности основных явлений и процессов в электрооборудовании.

Эти знания позволят выпускникам успешно решать задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, обслуживанием и эксплуатацией объектов электроэнергетики.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» входит в обязательную часть ОПОП *бакалавриата* по направлению 13.03.02 «Энергетика и электротехника».

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» имеет логическую связь со многими практическими и теоретическими дисциплинами ОПОП данной специальности. Изучаемая дисциплина базируется на естественнонаучном цикле и имеет связи со следующими дисциплинами: математика, физика, безопасность жизнедеятельности.

Дисциплина опирается на профессиональные компетенции и компетенции, полученные при изучении таких дисциплин как «Общая энергетика», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Теоретические основы электротехники».

Изучаемая дисциплина связана последующими межпредметными связями с последующими дисциплинами.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<b>ОПК-6.</b> Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	<b>ОПК-6.1.</b> Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	<b>Знает:</b> - виды погрешностей и способы их описания; - виды измерений; - виды средств измерений. <b>Умеет:</b> выбирать вид средства измерений для измерения физических величин применительно к объектам профессиональной деятельности. <b>Владеет:</b> - навыками выбора основных видов средств измерений применительно к объектам профессиональной деятельности; - методами обработки результатов измерений.	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование). Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю
<b>ПК-2.</b> Способен организовать ремонт	<b>ПК-2.1.</b> Способен анализировать техниче-	<b>Знает:</b> - назначение, конструкцию, технические характеристики, кон-	Устный опрос. Письменный опрос (тестиро-

ЭТО ГЭС/ ГАЭС	ское состояние ЭТО ГЭС/ ГАЭС.	<p>структивные особенности, принцип работы и правила технической эксплуатации ЭТО, установленного на ГЭС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативно-техническую документацию, необходимую для обеспечения ремонтной и инвестиционной деятельности;</li> <li>- технологию эксплуатации, диагностики состояния ЭТО;</li> <li>- технический регламент, межгосударственные, национальные, отраслевые стандарты по ЭТО электростанции;</li> <li>- основы технологического процесса производства электрической энергии и мощности;</li> <li>- основные технологические схемы и электрические схемы ГЭС;</li> <li>- схемы, конструктивное выполнение электрических машин постоянного тока ремонтируемых серий;</li> <li>- правила оформления технической документации;</li> <li>- правила технической эксплуатации электростанций и сетей;</li> <li>- правила устройства электроустановок;</li> <li>- современные технологии и оборудование в гидроэнергетике, тенденции и перспективы их развития;</li> <li>- основы гидротехники, гидравлики, механики, электротехники;</li> <li>- методы энергосбережения и энергоэффективности;</li> <li>- требования охраны труда, пожарной безопасности, производственной санитарии;</li> <li>- основы экономики и трудового законодательства Российской Федерации;</li> <li>- методы обработки информации с применением современных технических средств, коммуникаций и связи, вычислительной техники.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать информацию для оценки состояния оборудования;</li> </ul>	вание). Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю
---------------	----------------------------------	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять резервы надежности оборудования;</li> <li>- обосновывать необходимость проведения ремонтных работ;</li> <li>- определять причины неисправностей и отказов ЭТО и разрабатывать предложения по результатам анализа дефектов оборудования;</li> <li>- анализировать, систематизировать и интерпретировать техническую документацию, данные диагностики и мониторинга ЭТО;</li> <li>- использовать технические средства для измерения основных параметров работы оборудования;</li> <li>- применять навыки деловой переписки.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения оценки и анализа технического состояния ЭТО на основании данных мониторинга, диагностики и предшествующих ремонтов и осмотров;</li> <li>- навыками проведения анализа технико-экономических показателей работы, дефектности составных узлов, деталей, конструкций ЭТО, наличия аварийных и пожароопасных очагов на оборудовании;</li> <li>- навыками проведения анализа инновационных технологических решений и разрабатываемого оборудования, а также анализа мировой практики применения технологий и производимого оборудования для использования в ремонтах;</li> <li>- навыками проведения анализа результатов проверок инспекторских и надзорных организаций, обследований, заключений проектных институтов, независимых экспертов и учета замечаний при планировании технических воздействий на ЭТО.</li> </ul>	
<p><b>ПК-3.</b> Способен эксплуатировать устрой-</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Способен осуществлять техни-</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы определения и поиска неисправностей в устройствах и</li> </ul>	<p>Устный опрос. Письменный опрос (тестиро-</p>

<p>ства и комплексы релейной защиты и противоаварийной автоматики</p>	<p>ческое сопровождение оперативной эксплуатации устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики.</p>	<p>комплексах РЗА;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок оформления технической документации;</li> <li>- главную схему электрических соединений, схему собственных нужд, технологические схемы и компоновку оборудования ГЭС/ГАЭС;</li> <li>- должностные инструкции работников, обслуживающих РЗА;</li> <li>- требования охраны труда и пожарной безопасности;</li> <li>- источники и схемы питания постоянного и переменного оперативного тока;</li> <li>- конструкцию реле на электромагнитном и индукционном принципах;</li> <li>- методы проверки цепей вторичной коммутации;</li> <li>- назначение и виды высокочастотных защит;</li> <li>- общие понятия о назначении релейной защиты, о цепях защиты, автоматике управления и их назначении;</li> <li>- основные требования к релейной защите и полуавтоматике;</li> <li>- основы механики, физики, электроники и полупроводниковой техники, радиотехники;</li> <li>- основы электротехники и микропроцессорной техники;</li> <li>- правила чтения принципиальных, совмещенных, развернутых и монтажных схем релейной защиты и автоматики;</li> <li>- правила устройства электроустановок;</li> <li>- принцип действия реле, классификацию реле;</li> <li>- приводы электродвигателей, схемы пуска;</li> <li>- схемы емкостных делителей напряжения;</li> <li>- теоретические основы электротехники в объеме, позволяющем качественно эксплуатировать обслуживаемое оборудование;</li> <li>- схемы коммутации, режимы работы, детальные сведения об устройствах технологической</li> </ul>	<p>вание). Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю</p>
---	--	---	---

		<p>автоматики и возбуждения гидроагрегата, вспомогательных, общестанционных систем ГЭС/ГАЭС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к точности трансформаторов тока;</li> <li>- технические характеристики обслуживаемого оборудования, виды повреждений в электро-технических установках.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять дефекты, определять причины неисправности, определять пригодность аппаратуры к дальнейшей эксплуатации;</li> <li>- пользоваться поверочной и измерительной аппаратурой;</li> <li>- оформлять техническую документацию в рамках эксплуатации РЗА;</li> <li>- владеть основами работы со специализированными программами в своей предметной области;</li> <li>- оперативно принимать и реализовывать решения в части эксплуатации закрепленного оборудования;</li> <li>- осваивать новые устройства и комплексы релейной защиты и противоаварийной автоматики по мере их внедрения;</li> <li>- выполнять требования промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда в процессе работы;</li> <li>- планировать и организовывать свою работу;</li> <li>- работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами;</li> <li>- самостоятельно оценивать результаты своей деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками контроля технического состояния оборудования в соответствии с заводскими характеристиками;</li> <li>- навыками сбора информации о работе оборудования участка при нарушениях и отклонениях от нормального режима работы;</li> </ul>	
--	--	---	--



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления схем замещения, подготовки и выполнения расчетов по токам короткого замыкания на обслуживаемом оборудовании;</li> <li>- навыками расчета установок устройств и комплексов релейной защиты в соответствии с действующими нормативными документами;</li> <li>- навыками проверки чувствительности релейной защиты;</li> <li>- навыками выбора схем и алгоритмов организации связи, типов применяемых реле и аппаратур и алгоритмов работы устройств и комплексов релейной защиты.</li> </ul>	
	<p><b>ПК-3.2.</b> Способен осуществлять техническое обслуживание устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы определения и поиска неисправностей в устройствах и комплексах РЗА;</li> <li>- характерные признаки повреждений обслуживаемого оборудования;</li> <li>- конструкции и защитные характеристики автоматов;</li> <li>- методы работы с измерительной и испытательной аппаратурой;</li> <li>- общие сведения о материалах, применяемых при ремонте аппаратуры;</li> <li>- режим работы аккумуляторных батарей;</li> <li>- главную схему электрических соединений, схему собственных нужд, технологические схемы и компоновку оборудования ГЭС/ГАЭС;</li> <li>- требования охраны труда и пожарной безопасности;</li> <li>- источники и схемы питания постоянного и переменного токов;</li> <li>- конструкцию реле на электромагнитном и индукционном принципах;</li> <li>- методы проверки цепей вторичной коммутации;</li> <li>- назначение и виды высокочастотных защит;</li> <li>- назначение и схемы блокировочных устройств;</li> </ul>	<p>Устный опрос. Письменный опрос (тестирование). Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- основы механики, физики, электроники и полупроводниковой техники, радиотехники, микропроцессорной техники;</li> <li>- правила чтения принципиальных, совмещенных, развернутых и монтажных схем релейной защиты и автоматики;</li> <li>- правила устройства электроустановок;</li> <li>- принцип действия реле, классификацию реле;</li> <li>- приводы электродвигателей, схемы пуска;</li> <li>- схемы емкостных делителей напряжения;</li> <li>- теоретические основы электротехники в объеме, позволяющем качественно эксплуатировать обслуживаемое оборудование;</li> <li>- требования к точности трансформаторов тока;</li> <li>- устройство, работу модулей, блоков, узлов обслуживаемого оборудования.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать работу по техническому обслуживанию закрепленного оборудования;</li> <li>- применять в работе требования нормативной документации;</li> <li>- вести техническую документацию в рамках эксплуатации РЗА;</li> <li>- пользоваться поверочной и измерительной аппаратурой;</li> <li>- проводить плановые измерения рабочих характеристик оборудования;</li> <li>- осваивать новые устройства и комплексы релейной защиты и противоаварийной автоматики по мере их внедрения;</li> <li>- осуществлять надзор за применяемыми технологиями производства работ и соблюдением правил безопасности;</li> <li>- оценивать качество выполненных работ.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками подготовки предложений при разработке нормативных документов, регламен-</li> </ul>
--	--	--

		<p>тирующих периодичность и объемы технического обслуживания оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления рабочих программ вывода для технического обслуживания и ввода в работу оборудования;</li> <li>- навыками устранения дефектов и повреждений, ликвидации аварийного состояния оборудования;</li> <li>- навыками технического обслуживания в соответствии с требованиями завода-изготовителя, действующими нормами и правилами;</li> <li>- навыками проверки током нагрузки и рабочим напряжением, ввода в работу.</li> </ul>
--	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельная работа в т.ч. экзамен	
<b>Модуль 1. Источники энергии и энергосистема России</b>								
1	Потребление электроэнергии. График электрических нагрузок. Энергосистема России.	5	4	4			4	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
2	Синхронные генераторы, компенсаторы и статические тиристорные компенсаторы	5	4	4			4	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
3	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы, реакторы	5	4	4			4	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
	<i>Итого по модулю 1:</i>		12	12			12	
<b>Модуль 2. Электростанции и подстанции</b>								
4	Электрические станции и подстанции:	5	2	4			4	Домашнее задание, собеседование

	определения, назначение и основные показатели							ние, рейтинговая система
5	Главные схемы электрических станций и подстанций	5	4	4			5	
6	Собственные нужды электростанций и подстанций	5	4	4			5	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
	<i>Итого по модулю 2:</i>		10	12			14	
<b>Модуль 3. Проводники, изоляторы и кабели</b>								
7	Проводники, изоляторы и кабели	5	2	2			2	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
8	Нагревание проводников и электрических аппаратов в различных режимах работы	5	4	4			4	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
9	Электродинамические силы и электродинамическая стойкость токопроводов и электрических аппаратов	5	4	4			2	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
10	Общие сведения о конструкции распределительных устройств (РУ)	5	4	2			2	
	<i>Итого по модулю 3:</i>		14	12			10	Зачет
	<b>ИТОГО за 5 семестр</b>		<b>36</b>	<b>36</b>			<b>36</b>	
<b>Модуль 4. Токопроводы</b>								
11	Комплектные токопроводы	6	2	6			10	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
12	Электрические контакты	6	2	6			10	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
	<i>Итого по модулю 4:</i>		4	12			20	
<b>Модуль 5. Измерительные устройства станций и подстанций</b>								
13	Измерительные трансформаторы тока и напряжения	6	2	6			28	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
	<i>Итого по модулю 5:</i>		2	6			28	
<b>Модуль 6. Вторичные соединения.</b>								
14	Схемы вторичных соединений	6	4	6			26	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система

								система
	<i>Итого по модулю 6:</i>		4	6			26	
<b>Модуль 7. Оперативный ток и заземление.</b>								
15	Оперативный ток на электрических станциях и подстанциях	6	2	6			10	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
16	Заземляющие устройства	6	2	6			10	Домашнее задание, собеседование, рейтинговая система
	<i>Итого по модулю 7:</i>		4	12			20	
<b>Модуль 8. Подготовка к экзамену.</b>								
	Подготовка к экзамену	6					36	Экзамен
	ИТОГО за 6 семестр		14	36			94+36	
	ИТОГО за год		50	72			130+36	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

#### **Модуль 1. Источники энергии и энергосистема России**

##### **Тема 1. Потребление электроэнергии. График электрических нагрузок. Энергосистема России.**

Классификация электрических станций. Понятие о тепловых двигателях и их видах. Тепловые электростанции на органическом топливе. Атомные электростанции, их устройство и тепловые схемы. Гидроэлектростанции: принцип действия и разновидности. Перспективные источники электроэнергии. Распределение нагрузки между электростанциями разных типов. Понятие о графиках нагрузок электростанций и подстанций. Надёжность электроснабжения потребителей. Экономические и экологические проблемы энергетики.

##### **Тема 2. Синхронные генераторы, компенсаторы и статические тиристорные компенсаторы.**

Основные параметры и эксплуатационные характеристики. Конструктивные особенности. Системы охлаждения. Современные системы возбуждения и предъявляемые к ним требования. Способы включения генераторов в сеть. Перспективы улучшения характеристик генераторов.

##### **Тема 3. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы, реакторы.**

Силовые трансформаторы. Параметры трансформаторов. Системы охлаждения. Нагрузочная способность трансформаторов и автотрансформаторов.. Особенности режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов.

#### **Модуль 2. Электростанции и подстанции**

##### **Тема 4. Электрические станции и подстанции: определения, назначение и основные показатели.**

Типы электростанций, подстанций и их характеристики. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии. Требования, предъявляемые к электрическому оборудованию и токопроводам, к качеству электроэнергии и надёжности электроснабжения.

##### **Тема 5. Главные схемы электрических станций и подстанций.**

Общие сведения. Элементы главных схем. Виды главных схем. Особенности структурных и принципиальных схем конденсационных электростанций (КЭС), теплоэлектростанций (ТЭС), атомных электростанций (АЭС), гидроэлектростанций (ГЭС) и гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), ветроэлектростанций и подстанций (ПС).

Структурные схемы газотурбинных (ГТУ) и парогазовых (ПГУ) установок. Технико-экономическое сравнение вариантов схем.

#### **Тема 6. Собственные нужды электростанций и подстанций.**

Общие сведения. Источники питания системы собственных нужд. Схемы питания собственных тепловых электростанций: требования к схемам питания собственных нужд; выбор мощности трансформаторов собственных нужд; присоединение резервных трансформаторов собственных нужд; особенности схем питания собственных нужд ТЭЦ. Особенности схем питания собственных нужд ГЭС и ГАЭС. Особенности электрооборудования и механизмов собственных нужд АЭС. Особенности схем питания собственных нужд АЭС. Использование выбега турбогенератора в режиме аварийного расхолаживания реактора АЭС.

### ***Модуль 3. Проводники, изоляторы и кабели***

#### **Тема 7. Проводники, изоляторы и кабели.**

Неизолированные жесткие и гибкие проводники. Изоляторы: опорные, проходные и подвесные. Кабели.

#### **Тема 8. Нагревание проводников и электрических аппаратов в различных режимах работы.**

Общие вопросы теории нагревания. Тепловой расчет неизолированных проводников и аппаратов в продолжительном и повторно–кратковременном режимах. Нагревание стальных конструкций, расположенных в сильных магнитных полях. Нагревание проводников и аппаратов при коротком замыкании.

#### **Тема 9. Электродинамические силы и электродинамическая стойкость токопроводов и электрических аппаратов.**

Простейшие случаи взаимодействия проводников: взаимодействие тонких параллельных и перпендикулярных проводников; взаимодействие параллельных проводников с конечными размерами. Электродинамические силы в кольцевом проводнике. Электродинамические силы в трехфазном токопроводе при коротком замыкании.

Токопроводы с жесткими проводниками: расчет однопролетных токопроводов при статической и динамической нагрузках; анализ частотных характеристик; влияние неуспешного АПВ; упрощенный метод расчета. Токопроводы с гибкими проводниками. Электродинамическая стойкость электрического оборудования.

#### **Тема 10. Общие сведения о конструкции распределительных устройств (РУ).**

Общие сведения. Требования к распределительным устройствам: общие принципы выполнения. Правила устройства и основные размеры конструкций распределительных устройств. Комплектные распределительные устройства.

### ***Модуль 4. Токопроводы***

#### **Тема 11. Комплектные токопроводы.**

Пофазно-экранированные токопроводы. Токопроводы для напряжений 6-10кВ и рабочего тока до 3200 ампер. Токопроводы для напряжений до 1 кВ.

#### **Тема 12. Электрические контакты.**

Основные понятия. Сопrotивление контакта. Нагревание контактов. Конструкция контактов.

### ***Модуль 5. Измерительные устройства станций и подстанций***

#### **Тема 13. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.**

Общие сведения. Измерительные трансформаторы напряжения. Конструкция измерительных трансформаторов напряжения. Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы постоянного тока. Оптоэлектронные устройства.

### ***Модуль 6. Вторичные соединения***

#### **Тема 14. Схемы вторичных соединений.**

Общие сведения. Основные требования к схемам вторичных соединений. Схемы с питанием цепей вторичных соединений оперативным постоянным и переменным током. Детали схем вторичных соединений, условные обозначения. Основная аппаратура це-

пей управления и сигнализации. Требования, предъявляемые к схемам дистанционного управления. Монтажные схемы и маркировка.

### **Модуль 7. Оперативный ток и заземление**

#### **Тема 15. Оперативный ток на электрических станциях и подстанциях.**

Общие сведения. Источники постоянного оперативного тока. Выбор аккумуляторных батарей. Выбор зарядных агрегатов. Распределение постоянного оперативного тока. Источники переменного оперативного тока.

#### **Тема 16. Заземляющие устройства.**

Основные понятия. Опасность замыкания на землю. Роль защитного заземления. Удельное сопротивление грунта и воды. Конструкции защитных заземлений. Схема расчета заземления.

### **4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.**

#### **Темы практических занятий**

#### **Модуль 1. Источники энергии и энергосистема России**

1. Технологические особенности энергосистем. Преимущества объединения электростанций в энергосистему.
2. Технологическая схема производства и распределения электроэнергии. Электрические сети. Графики нагрузок.
3. Электростанции и их характеристики. Классификация электрических станций.
4. Синхронные генераторы и компенсаторы. Турбогенераторы. Гидрогенераторы.
5. Системы возбуждения электромашин.
6. Силовые трансформаторы. Параметры трансформаторов. Системы охлаждения.

#### **Модуль 2. Электростанции и подстанции**

1. Типы электростанций, подстанций и их характеристики.
2. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии.
3. Элементы главных схем электростанций. Виды главных схем.
4. Особенности структурных и принципиальных схем различных электростанций.
5. Источники питания системы собственных нужд.
6. Особенности электрооборудования и механизмов собственных нужд для различных электростанций.

#### **Модуль 3. Проводники, изоляторы и кабели**

1. Неизолированные жесткие и гибкие проводники. Изоляторы: опорные, проходные и подвесные. Кабели.
2. Общие вопросы теории нагревания. Тепловой расчет.
3. Нагревание конструкций, расположенных в сильных магнитных полях.
4. Электродинамические силы в токопроводе.
5. Токопроводы с жесткими проводниками: расчет однопролетных токопроводов при статической и динамической нагрузках.
6. Требования к распределительным устройствам.

#### **Модуль 4. Токопроводы**

1. Пофазно-экранированные токопроводы.
2. Токопроводы для напряжений до 1 кВ.
3. Токопроводы для напряжений 6-10 кВ.
4. Сопротивление контакта.
5. Нагревание контактов.
6. Конструкция контактов.

#### **Модуль 5. Измерительные устройства станций и подстанций**

1. Измерительные трансформаторы напряжения.
2. Измерительные трансформаторы тока.
3. Оптоэлектронные измерительные устройства

#### **Модуль 6. Вторичные соединения.**

1. Основные требования к схемам вторичных соединений.
2. Схемы с питанием цепей вторичных соединений оперативным постоянным и переменным током.
3. Основная аппаратура цепей управления и сигнализации.

#### **Модуль 7. Оперативный ток и заземление.**

1. Источники постоянного оперативного тока. Выбор аккумуляторных батарей. Выбор зарядных агрегатов.
2. Распределение постоянного оперативного тока.
3. Источники переменного оперативного тока.
4. Заземляющие устройства.
5. Удельное сопротивление грунта и воды. Конструкции защитных заземлений.
6. Схема расчета заземления.

#### ***4.3.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.***

По учебному плану лабораторных занятий не предусмотрено.

#### **5. Образовательные технологии**

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, лабораторные занятия, семинарские занятия, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Электрические станции и подстанции» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала



излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

*Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:*

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским занятиям;
- подготовки к самостоятельным работам.

*Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:*

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в Интернете дополнительного материала.
3. Подготовка реферата (до 5 страниц), презентации и доклада (10–15 минут).
4. Подготовка к зачету и экзамену.

*Рекомендации к последовательности выполнения реферата.*

1. Изучение проблемы по материалам, доступным в библиотеке и в электронных ресурсах:
2. Согласовать название сообщения.
3. Написать тезисы реферата по теме.
4. Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.
5. Подготовить презентацию по выбранной теме.
6. Сделать сообщение на мини-конференции.

### **Рекомендуемые темы рефератов:**

1. Расчет графиков активной нагрузки.
2. Измерительные трансформаторы напряжения.
3. Разъединители.
4. Расчет заземления.
5. Измерительные трансформаторы тока.
6. Вакуумные выключатели.
7. Элегазовые выключатели.
8. Атомные электростанции.
9. Гидроэлектростанции и их разновидности.
10. Тепловые электростанции.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

Контрольные испытания текущей аттестации производятся в форме контрольных опросов, тестов и коллоквиумов.

### **Вопросы к зачету:**

1. Графики нагрузки электроустановок.
2. Синхронные машины переменного тока.
3. Синхронные генераторы.
4. Силовые трансформаторы.
5. Автотрансформаторы.
6. Схемы соединения обмоток трансформаторов.

7. Электрооборудование распределительных устройств подстанций.
8. Конструкции пакетных выключателей.
9. Блокировки безопасности в электроустановках.
10. Конструкции токоведущих частей цепей генераторов.
11. Выпрямленный оперативный ток.
12. Назначение и конструктивное исполнение заземляющих устройств электроустановок.
13. Конструктивное исполнение ГРУ ТЭЦ.
14. КРУ внутренней установки.
15. Конструкции и способы представления информации о положении контактов КУ при различных положениях его рукоятки.
16. КРУН.
17. Элегазовые КРУ.
18. Принципы управления электроустановками. Посты управления.
19. Контактторы постоянного тока
20. Конструкция, принцип действия, характеристика срабатывания тепловых реле.
21. Принципы образования постоянного оперативного тока на ТЭЦ.
22. Требования к конструкциям ЗРУ.
23. Конструкция ОРУ 35 кВ.
24. Магнитные пускатели. Схемы управления нереверсивным пускателям.
25. Контактторы переменного тока.
26. Особенности схем ДУ воздушных выключателей.
27. Принципы исполнения цепей оперативного постоянного тока.
28. Принципы выполнения предупреждающей сигнализации.
29. Схемы вторичных цепей и позиционные обозначения в них.
30. Аккумуляторные батареи установок постоянного оперативного тока ЭС и режимы их работы.
31. Расцепители автоматических воздушных выключателей.
32. Источники и схемы образования переменного оперативного тока.
33. Схемы электроснабжения СН п/ст.
34. Требования к схемам ДУ выключателями.
35. Принципы выполнения аварийной сигнализации.
36. Сигнализация положения выключателей.

**Образец вопросов для коллоквиума или контрольного опроса к теме:**

1. Построение вариантов структурных схем электростанций и подстанций.
2. Выбор трансформаторов связи на электростанциях и подстанциях.
3. Расчет токов продолжительных режимов и короткого замыкания для выбора и проверки проводников и аппаратов.
4. Выбор средств ограничения токов КЗ на электростанциях и подстанциях.
5. Выбор электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения.
6. Выбор жестких, гибких шин и силовых кабелей.
7. Выбор распределительных устройств: ЗРУ, ОРУ, КРУ (Н).
8. Примеры построения главных схем электростанций и подстанций.
9. Выбор источников оперативного тока.

**Примерные вопросы на экзамен**

1. Типы электростанций и общие принципы их компоновки.
2. Потребители электрической энергии и их классификация.
3. Графики нагрузки электроустановок.
4. Синхронные машины переменного тока.
5. Синхронные генераторы.
6. Силовые трансформаторы.

7. Автотрансформаторы.
8. Схемы соединения обмоток трансформаторов.
9. Режимы работы нейтралей в электроустановках.
10. Виды, причины и последствия коротких замыканий.
11. Методы расчета тока трехфазного короткого замыкания.
12. Несимметричные короткие замыкания.
13. Расчетные условия для выбора проводников и аппаратов по продолжительным режимам работы.
14. Электрооборудование распределительных устройств подстанций.
15. Конструкции пакетных выключателей.
16. Коммутационные аппараты до 1 кВ.
17. Коммутационные аппараты выше 1 кВ.
18. Блокировки безопасности в электроустановках.
19. Конструкции токоведущих частей цепей генераторов.
20. Назначение и конструктивное исполнение заземляющих устройств электроустановок.
21. Комплектные распределительные установки (КРУ) внутренней установки.
22. Комплектные распределительные установки наружной установки (КРУН).
23. Элегазовые комплектные распределительные установки (КРУ).
24. Принципы управления электроустановками. Посты управления.
25. Контактторы постоянного тока.
26. Конструкция, принцип действия, характеристика срабатывания тепловых реле.
27. Требования к конструкциям ЗРУ.
28. Конструкция ОРУ 35 кВ.
29. Магнитные пускатели. Схемы управления нереверсивным пускателем.
30. Магнитные пускатели. Схемы управления реверсивным пускателем.
31. Контактторы переменного тока.
32. Особенности схем ДУ воздушных выключателей.
33. Принципы выполнения предупреждающей сигнализации.
34. Расцепители автоматических воздушных выключателей.
35. Распределительные щиты и щиты управления.
36. Принципы выполнения аварийной сигнализации.
37. Сигнализация положения выключателей.
38. Главные схемы КЭС.
39. Главные схемы АЭС.
40. Главные схемы ТЭЦ.
41. Главные схемы ГЭС и ГАЭС.
42. Главные схемы подстанций.

## 7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 40 % и промежуточного контроля – 60 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 5 баллов,
- участие на практических занятиях – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 20 баллов,
- письменная контрольная работа – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса

1. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
2. <http://cathedra.dgu.ru/OfTheDepartment.aspx?id=2563>

б) основная литература:

1. Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции. Часть 1. Электрические станции и подстанции: учебное пособие / В. В. Афонин, К. А. Набатов. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 90 с. — ISBN 978-5-8265-1387-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64621.html> (дата обращения: 08.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции. В 2 частях. Ч.2.: учебное пособие / В. В. Афонин, К. А. Набатов. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 97 с. — ISBN 978-5-8265-1724-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/85984.html> (дата обращения: 08.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения [Текст]: справочник: учеб. пособие для студентов, обуч. по направлению подготовки 650900 (140200) "Электроэнергетика" и специальностям 100100 (140204) "Электрические станции", 100200 (140205) "Электроэнергетические системы и сети" и 100400 (140211) "Электроснабжение" / Ополева, Галина Николаевна ; [сост.: С.К.Кротов, П.М.Коваленко, С.В.Ловцов]. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. - 479 с.

в) дополнительная литература:

1. Шеховцов, В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование [Текст]: учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования, обуч. по группе специальностей "Электротехника" / В. П. Шеховцов. - 2-е изд. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. - 404 с.
2. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Хальясмаа [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 64 с. — 978-5-7996-1493-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68237.html> (дата обращения: 08.09.2021)
3. Русина А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебник / А.Г. Русина, Т.А. Филиппова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 400 с. — 978-5-7782-2463-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45157.html>
4. Электрические станции и сети: сборник нормативных документов / под редакцией А. М. Меламед. — Москва: ЭНАС, 2013. — 720 с. — ISBN 978-5-4248-0014-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/17820.html> (дата обращения: 08.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Для усвоения дисциплины используются электронные базы учебно-методических ресурсов, электронные библиотеки.

**Интернет-ресурсы:**

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).
3. Электронной библиотека на <http://elibrary.ru>.
4. Электронный каталог НБ ДГУ[Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>.
5. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>.
7. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
8. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
9. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
10. **Springer.** <http://link.springer.com>, <http://materials.springer.com/>
11. **Scopus:** <https://www.scopus.com>
12. **Web of Science:** [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)
13. [www.nanotech.ru](http://www.nanotech.ru)

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

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров и выполнение предлагаемых заданий в виде докладов, тестов и устных вопросов. Успешное выполнение предлагаемых заданий обеспечивает возможность получения высоких баллов по модульно-рейтинговой системе.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном слушании докладов других студентов, предоставлении собственных докладов, участии в обсуждении докладов, выполнении контрольных заданий. Темы студенческих докладов выбираются по согласованию с преподавателем в соответствии с планом семинарских занятий. При подготовке доклада рекомендуется обсудить содержание будущего доклада с преподавателем и получить методические рекомендации по его подготовке, в том числе указания на литературу. Литература, помимо указанной в программе, может самостоятельно подбираться студентом, в частности с привлечением источников из сети Интернет.

В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

Проведению экзамена предшествует коллективная аудиторная консультация, на которой даются советы по подготовке к экзамену. В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие занятия, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче зачета.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Для доступа к дополнительной аудио-визуальной информации могут использоваться информационные ресурсы сети интернет. Для проведения индивидуальных консультаций может использоваться электронная почта.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедийным проекционным оборудованием и всеми необходимыми для учебного процесса приборами, стендами и средствами измерений. Стандартная семинарская аудитория для группы 25 чел.