



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)



КГУ

Подписан: ФГБОУ ВО «КГУ»,  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Владелец: Ахметова Римма Валентиновна,  
Директор института электроэнергетики и электроники,  
Сертификат: 4D7E2FB04328014544D9006E569006FE22A8C008

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭЭ

И.В. Ившин

«28» октября 2020 г.

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрофизические установки для высоковольтных испытаний электрооборудования  
электростанций

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(профиль) Электроустановки электрических станций и  
подстанций

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистр) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Программу разработал:

профессор, д.ф.-м.н.

Усачев Александр Евгеньевич

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электрические станции им В.К.Шибанова», протокол №27 от 27.10.2020. Заведующий кафедрой С.М. Маргулис

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры «Электрические станции им В.К.Шибанова», протокол №27 от 27.10.2020. Заведующий кафедрой С.М. Маргулис

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 3 от 28.10.2020.

Зам. директора ИЭЭ \_\_\_\_\_ Ахметова Р.В.

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники протокол № 4 от 28.10.2020

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения учебной дисциплины "Электрофизические установки для высоковольтных испытаний электрооборудования электростанций" является формирование знаний о конструкции и методах безопасной и безаварийной работы испытательных и электрофизических установок по диагностике, испытаниям и защите от перенапряжений электрооборудования высокого напряжения и применение в этих работах современных технических средств.

Задачами освоения дисциплины "Электрофизические установки для высоковольтных испытаний электрооборудования электростанций" является обучение студентов: 1) устройству конструкций и электрических схем установок высокого напряжения (ВН): а)- переменного ВН промышленной частоты, б)- постоянного ВН в)- импульсного напряжения и тока; 2) измерению высоких напряжений и токов с помощью измерительных трансформаторов, разрядников, делителей напряжения,

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
ПК-2. Способен обеспечить надежное функционирование электрооборудования высокого напряжения в процессе эксплуатации	ПК-2.1 Демонстрирует знания организации специализированных наблюдений оборудования в процессе эксплуатации электроэнергетического оборудования электростанций	<i>Знать:</i> Правила проведения и нормы визуального осмотра оборудования. Передовой отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности подразделения. <i>Уметь:</i> Определять потребность в трудовых ресурсах для проведения наблюдений. Работать со статистическими данными. Разрабатывать и корректировать графики наблюдений оборудования <i>Владеть:</i> Методами оценки состояния оборудования, позволяющего эффективно контролировать основные параметры технологического процесса.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электрофизические установки для высоковольтных испытаний электрооборудования электростанций» относится к части учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, формируемой участниками образовательных отношений.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-2	Техника высоких напряжений	

ОПК-3	Энергетические машины, аппараты и установки Электрические цепи и электротехнические устройства	
ОПК-5	Технические измерения Метрология, стандартизация и сертификация	

ПК-3		Анализ технологических нарушений в работе электрооборудования ЭС и ПС Организация и управление технологическим процессом
------	--	---

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные законы электротехники и их математическое описание.

Уметь:

– применять физико-математический аппарат при решении задач.

Владеть:

– навыками анализа состояния оборудования и его параметров.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 89 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 34 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 50 час., самостоятельная работа обучающегося 92 час..

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			1
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	3	108	108
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:		26	26
Лекционные занятия (Лек)		16	16
Лабораторные работы (Лаб)		8	8
Практические занятия (Пр)		0	0
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*		2	2
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>		82	82
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)		0	0
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>		Зач	Зач

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
<b>Раздел 1. Испытательные установки промышленной частоты</b>															
Устройство и работа испытательных установок промышленной частоты	1	4	0	4		4					12	ПК-2.1	Л1.2, Л1.3, Л1.1, Л2.5	Ответы на контрольные вопросы, выполнение лаборатор-ных работ	10
<b>Раздел 2. Испытательные и электрофизические установки постоянного напряжения</b>															
Устройство и работа испытательных электрофизических установок постоянного напряжения	1	4	0	0		4					8	ПК-2.1	Л1.3, Л2.5	Ответы на контрольные вопросы, выполнение практических и лаборатор-ных	10
<b>Раздел 3. Испытательные и электрофизические установки импульсных напряжений</b>															
Устройство и работа испытательных электрофизических установок импульсных напряжений	1	4	0	0		62				2	68	ПК-2.1	Л1.2, Л2.4	Ответы на контрольные вопросы, выполнение расчётного задания	40
<b>Раздел 4. Измерение высоких напряжений и сильных токов</b>															

Устройства и способы измерения высоких напряжений и сильных токов	1	4	0	4	12				20	ПК-2.1	Л1.2, Л2.3	Ответы на контрольные вопросы, выполнение лабораторных работ	10
Промежуточная аттестация	1					0		3	0				3ч
<b>ИТОГО</b>	1	16	0	8	82	2		2	108				100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Устройство и работа испытательных электрофизических установок напряжения промышленной частоты	4
2	Устройство и работа испытательных электрофизических установок постоянного напряжения	4
3	Устройство и работа испытательных электрофизических установок импульсных напряжений	4
4	Устройства и способы измерения высоких напряжений и сильных токов	4
	Всего	16

### 3.4. Тематический план практических занятий

Программой дисциплины не предусмотрены

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Электромагнитный пускатель. Испытательные установки (ИУ) промышленной частоты.	4
4	Градуировка вольтметра ИУ на стороне низкого напряжения по измерениям напряжения на стороне ВН шаровым разрядником	4

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям	Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 1. Выполнение заданий для самостоятельной работы по разделу 1.	4

2	Изучение теоретического материала	Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 2. Выполнение заданий для самостоятельной работы по разделу 2.	4
3	Изучение теоретического материала	Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 3. Выполнение заданий для самостоятельной работы по разделу 3. Расчёт и проектирование генератора импульсных напряжений.	62
4	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям	Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 4. Выполнение заданий для самостоятельной работы по разделу 4.	12
Всего			82

## 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями и самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: интерактивные лекции, групповые дискуссии, проблемное обучение, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта, опережающая самостоятельная работа, преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

1 На лекциях:

- проблемное изложение материала;
- компьютерные презентации лекционных материалов в виде фото и видеоматериалов;

Лекционные занятия в активной (диалоговой) и интерактивной форме составляют 35% от всего объема аудиторных занятий.

2. На практических занятиях:

- решение задач по разделам курса;
- разбор конкретных производственных ситуаций .

3. Используются материалы дистанционного курса "Современные способы производства электроэнергии" на образовательной площадке LMSMOODLE. Ссылка на курс в Moodle <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=2778> и электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

## 5. Оценка результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Плани-руемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не	Продемонстрированы основные умения, решены	Продемонстрированы все основные умения, решены	Продемонстрированы все основные умения,



	продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	решены все основные задачи с отдельными несущественными и не-дочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора	Запланированные	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)
-----------------	----------------	-----------------	--

тенции	ра достижен ия компетен ции	результаты обучения по дисциплине	Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий		
			Шкала оценивания					
			отлично	хорошо	удовлет-ворит ельно	неудов-лет вори-тельн о		
			зачтено				не зачтено	
ПК-2	ПК-2.1	знать:						
		Требован ия професси ональной компетен ции раздела 1 данной РПД	Знает требования и, не допускает ошибок	Знает требования но, при ответе может допустить не сколько не грубых ошибок	Плохо знает требования и, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимал ьного требован ия, допускае т грубые ошибки		
		уметь:						
		Выполнят ь работы, приведён ные в професси ональной компетен ции из раздела 1 данной РПД	Демонстрирует умение выполнять работы, приведённые в профессиональн ой компетенци из раздела 1 данной РПД, и не допускает ошибок	Демонстрируе т умение выполнять работы, приведённые в профессионал ьной компетенции из раздела 1 данной РПД, но допускает при этом ряд небольших ошибок	В целом демонстрир ует умение выполнять работы, приведённы е в профессион альной компетенци и из раздела 1 данной РПД, но допускает ошибки. Задания выполнены не в полном объеме	При решении типовых задач не демонстр ирует сформир ованное умение выполнят ь работы, приведён ные в професси ональной компетен ции из раздела 1 данной РПД, и допускае т грубые ошибки		
		владеть:						
		Способно	Продемонстриро	Продемонстр	Имеется	Не		

		стями, приведёнными в профессиональной компетенции из раздела 1 данной РПД	ваны способности, приведённые в профессиональной компетенции из раздела 1 данной РПД, без ошибок и недочетов	ированы базовые способности, приведённые в профессиональной компетенции из раздела 1 данной РПД, допущен ряд мелких ошибок	минимальный набор способности, приведённых в профессиональной компетенции и из раздела 1 данной РПД для решения стандартных задач много ошибок	продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
--	--	--	--	--	--	---

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Усачев А.Е	Испытательные и электрофизические установки высокого напряжения: получение высоких напряжений	учебное пособие	Казань: Казан.гос. энерг. ун-т,	2014		50

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Ю. Э. Адамьян И. М. Богатенков, Ю. Н. Бочаров, Э. И. Янчус.	Электроэнергетика Испытательные и электрофизические установки высокого напряжения	учебное пособие	СПб государственный политехнический университет.	2012	<a href="http://dl.unilib.neva.ru/dl/2361.pdf">http://dl.unilib.neva.ru/dl/2361.pdf</a>	1
2	Н. В. Щеглов	Испытательные установки высокого напряжения. Часть 3. Измерения на высоком напряжении	учебно-методическое пособие	Новосиб. гос. техн. ун-т	2006	<a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000237463">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000237463</a>	1
3	Усачев А.Е.	Генератор импульсных напряжений	Методические указания по курсовому проектированию по курсу «Испытательные и электрофизические установки высокого напряжения»	Казань: Казан.гос. энерг. ун-т,	2008		50
4	Усачев А.Е.	Конспект практических занятий по курсу «Испытательные и электрофизические установки высокого напряжения»	Методические указания	Казань: Казан.гос. энерг. ун-т,	2008		50

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	• Энциклопедии, словари, справочники	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	• Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
6	• Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный интернет-портал правовой информации	<a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a>	логин-пароль
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>	логин-пароль
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	<a href="http://garant.ru">http://garant.ru</a>	логин-пароль

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	открытый
2	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	открытый
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>	открытый
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>	открытый
5	Образовательный портал	<a href="http://www.uceba.com">http://www.uceba.com</a>	открытый

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система Windows 7 Профессиональная	лицензионное	Договор ПО ЛИЦ № 0000/20, лицензиар – ЗАО «ТаксНет Сервис»
2	Office Professional Plus 2007 Russian OLP NL	лицензионное	Договор № 225/10, лицензиар - ЗАО «СофтЛайнТрейд»
3	LMS Moodle	свободно	-
4	Браузер Chrome	свободно	-

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	180 посадочных мест, доска аудиторная, акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	36 посадочных мест, доска аудиторная, экран, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду.
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель на 25 посадочных мест, 25 компьютеров, технические средства обучения(мультимедийный проектор, компьютер, интерактивная доска, видеокамеры, программное обеспечение
3	Самостоятельная работа обучающегося	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Структура дисциплины по заочной форме обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Курс
			1
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:		18	18
Лекционные занятия (Лек)		2	2
Лабораторные работы (Лаб)		4	4
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*		10	10
Контактные часы во время аттестации (КПА)		2	2
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>		90	90
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: зачёта		0	0
Итого	3	108	108



## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Маргулис С.М.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики  
и электроники

\_\_\_\_\_ Ившин И.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по дисциплине**

Электрофизические установки для высоковольтных испытаний электрооборудования  
электростанций

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация магистр

Форма обучения очная

г.Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Электрофизические установки для высоковольтных испытаний электрооборудования электростанций»- комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-2Способен обеспечить надежное функционирование электрооборудования высокого напряжения в процессе эксплуатации

Оцениваниерезультатовобученияподисциплинеосуществляетсяврамкахтекущегоо нтроляуспеваемости,проводимогопобалльно-рейтинговойсистеме(БРС),ипромежуточной аттестации.

Текущийконтрольуспеваемостиобеспечиваетоцениваниепроцессаобученияподисци пине.Притекущемконтролеуспеваемостииспользуютсяследующиеоценочныесредства:те ст,задачи.

Промежуточнаяаттестацияимеетцельюопределитьуровеньдостижениязапланирова нныхрезультатовобученияподисциплинезабсеместр.Формапромежуточнойаттестациизач ёт.

Оценочныматериалывключаютзаданиядляпроведениятекущегоконтроляуспеваем остиипромежуточнойаттестацииобучающихся,разработанныевсоответствииисрабочейпрог раммойдисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестрб

Номер раздела/темы дисциплины	ВидСРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				незачтено	зачтено		
				низкий	нижесреднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям	Тест Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 1. Выполнение заданий для	ПК-2.1	<40%	40÷50%	50÷80%	>80%
2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям	Тест Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 2. Выполнение заданий для	ПК-2.1	<40%	40÷50%	50÷80%	>80%

3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям	Тест Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 3.	ПК-2.1	<40%	40÷50%	50÷80%	>80%
4	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям	Тест. Письменные ответы на контрольные вопросы лекционного курса раздела 4. Выполнение	ПК-2.1	<40%	40÷50%	50÷80%	>80%
Всегобаллов			0-54	55-69	70-84	85-100	

## 2.Переченьоценочныхсредств

Краткаяхарактеристикаоценочныхсредств,используемыхпритекущемконтролеуспеваемостиипромежуточнойаттестацииобучающегосяподисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткаяхарактеристикаоценочногосредства	Оценочныматериалы
Тест(Тест)	Тестиз123вопросовразличногоуровнясложности	Банктестовых заданий
Расчётное задание (КРЗ)	Расчёт и проектирование генератора импульсных напряжений	Отчёт о КРЗ

## 3.Оценочныматериалытекущегоконтроляуспеваемостиобучающихся

Наименование оценочного средства	Расчёт и проектирование генератора импульсных напряжений
Расчётное задание	<p>Каждый вариант расчётного задания индивидуален и параметры расчёта определяются преподавателем.контрольной работы три типовых задания. Всего 30 вариантов заданий.</p> <p><b>Пример исходных данных для выполнения расчётного задания</b></p> <p>1. Рассчитать и спроектировать конструкцию генератора импульсных напряжений (ГИН) для проведения высоковольтных импульсных испытаний изоляции электрооборудования.</p> <p>Параметры ГИН должны быть следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ёмкость объекта испытаний(ОИ) может быть в диапазоне от 5 пФ до 1000 пФ;</li> <li>- длительность переднего фронта импульса <math>T_1 = 1,2 \text{ мкс} \pm 0,36 \text{ мкс}</math>;</li> <li>-длительность заднего фронта импульса (спада напряжения до 50% от максимального значения) <math>T_2 = 50 \text{ мкс} \pm 10 \text{ мкс}</math>;</li> <li>-максимальное напряжение на изоляции ОИ <math>U_{\text{макс}} = 1800 \text{ кВ} \pm 180 \text{ кВ}</math> ;</li> </ul>

	<p>-коэффициент использования ГИН по напряжению <math>k_i &gt; 0,9</math>;</p> <p>-время зарядки накопительных конденсаторов должно быть в диапазоне <math>20 \div 60</math> с;</p> <p>-коронные разряды на элементах ГИН при максимальном напряжении должны быть исключены .</p> <p>В ГИН должны быть:</p> <p>-два шаровых разрядника (ШР) (одиночные или каскадные по выбору обучающегося): измерительный ШР и срезающий ШР;</p> <p>- ёмкостной или универсальный делитель напряжения ёмкостью <math>500 \div 1500</math> пФ;</p> <p>-коммутирующий ШР первой ступени ГИН должен быть управляемым.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Расчётное задание считается выполненным, если выполнены все его пункты, оно оформлено в установленном порядке, а обучающийся ответил на все вопросы преподавателя по сути расчёта и объяснил принцип работы ГИН и его составных частей.</p> <p>Выполненное расчётное задание оценивается в 26 баллов.</p>
Лабораторные работы	<p>РПД предусматривается выполнение и сдачу 4 лабораторных работ. Выполнение с оформлением в электронном виде всех 4 работ оценивается в 28 баллов. Если выполнено менее 4 работ – баллы в БРС не начисляются</p>
Тесты	<p>При тестировании обучающийся должен ответить правильно на все 4 тестовых вопроса (по одному вопросу на раздел дисциплины). Сдача теста является <b>обязательной</b> формой отчётности для получения зачёта (допуска к экзамену). Баллы без прохождения тестирования в БРС не начисляются.</p>
Ответы на контрольные вопросы лекционного курса	<p>Написанные (не напечатанные) ответы на контрольные вопросы лекционного курса, является <b>обязательной</b> формой отчётности обучающегося для получения зачёта (допуска к экзамену). Баллы без ответов на контрольные вопросы в БРС не начисляются</p>

## Примеры тестов

### Раздел 1. Испытательные установки промышленной частоты

1. Допустимое отклонение формы испытательного напряжения от синусоидальной в испытательных установках промышленной частоты по ГОСТ и МЭК не должно превышать: 1%, 3%, 5%, 10%, 15%.
2. Как различаются действующее значение напряжения ( $U_d$ ) и амплитудное значение напряжения ( $U_a$ ):  $U_d = U_a \cdot 1,414$ ;  $U_a = U_d \cdot 1,414$ ;  $U_d = U_a$ .
3. Коэффициент связи (корень квадратный из двух) между  $U_d$  и  $U_a$  определён: только для чистой синусоиды промышленной частоты, синусоиды как чистой, так и с примесью высших гармоник до 5%, для любого типа переменного напряжения.
4. Времена пробоя воздушной изоляции составляют величину порядка: 10 нс, 10 мкс, 10 мс.
5. Оцените порядок изменения напряжения промышленной частоты ( $dU$ ) за время пробоя воздушной изоляции или частичного пробоя внутренней изоляции:  $dU < 1\% U_a$ ,  $1\% U_a < dU < 5\% U_a$ ,  $5\% U_a < dU < 10\% U_a$ ,  $10\% U_a < dU < 20\% U_a$ .
6. Можно ли считать переменное напряжение промышленной частоты квазипостоянным с точки зрения разрядных процессов в изоляции: можно; нельзя; можно, но только при напряжениях  $< 100$  кв.
7. Емкость одного подвесного изолятора равна 50 пф, определить ёмкость гирлянды из 10 таких изоляторов: 500 пф, 50 пф, 5 пф.

8. В каком режиме работает испытательный трансформатор (ИТ) при проведении испытаний повышенным напряжением промышленной частоты: близком к режиму холостого хода, близком к режиму короткого замыкания, зависит от величины ёмкости изоляции и её поверхностной проводимости.
9. Величина активного сопротивления (R) исправной изоляции первичных цепей должна быть не менее: 10 ГОм, 1 ГОм, 500 МОм, 100 МОм, 10 Мом.
10. При расчёте сопротивления изоляции на напряжении промышленной частоты её ёмкостное и активное сопротивления следует считать соединёнными: последовательно, параллельно.
11. Ёмкостное (реактивное) ( $X_c$ ) сопротивление изоляции связано с величиной ёмкости соотношением:  $X_c = j\omega C$ ,  $X_c = -j/(\omega C)$ .
12. Мощность (P), выделяющаяся на активном сопротивлении изоляции (R) определяется по формуле:  $P = U^2/R$ ;  $P = U^2 \cdot R$ ;  $P = R/U^2$ .
13. Мощность (P), выделяющаяся на ёмкостном сопротивлении изоляции ( $X_c$ ) определяется по формуле:  $P = 0$ ;  $P = U^2/(\omega C)$ ;  $P = U^2 \cdot (\omega C)$ .
14. Активный ток, протекающий через изоляцию определяется по формуле:  $I_a = U/R$ ;  $I_a = R/U$ ;  $I_a = U \cdot R$ .
15. Ток смещения (реактивный, ёмкостной) определяется по формуле:
16. Тангенс дельта ( $\text{tg}\phi$ ) определяется как:  $\text{tg}\phi = I_a/I_c$ ;  $\text{tg}\phi = I_c/I_a$ ;  $\text{tg}\phi = U_a/U_c$ ;  $\text{tg}\phi = U_c/U_a$ .
17. Допускается подача толчком напряжения на испытательный трансформатор (ИТ) в % от максимального первичного напряжения не более: 5%, 10%, 20%, 30%, 50%.
18. Максимальное допустимое превышение напряжения на ИТ по отношению к номинальному: 5%, 15%, 30%, 60%, 75%.
19. Активное сопротивление включается в высоковольтный контур испытательного трансформатора для того, чтобы: а) уменьшить рабочий ток через трансформатор во время испытаний; б) уменьшить ток в цепи короткого замыкания; в) снизить вероятность возникновения феррорезонанса.
20. Короткое замыкание на стороне высокого напряжения при проведении испытаний промышленной частоты для ИТ является режимом работы: номинальным, аварийным, восстановительным, после аварийным.
21. Система охлаждения ИТ рассчитывается на длительность непрерывной работы в течение: 30 минут, 1 часа, 8 часов, 1 суток, 30 суток, 1 года.
22. Перегрузка по мощности ИТ при проведении испытаний не должна превышать: 10%, 50%, 100%, 300%, 500%.
23. Можно ли использовать измерительные трансформаторы напряжения в качестве испытательных трансформаторов: можно, нельзя, можно в виде исключения.
24. Отметить, каких из перечисленных видов обмоток обычно нет в ИТ: низкого напряжения, высокого напряжения, связи, коррекции, демпфирования.
25. В стандартный состав испытательной установки промышленной частоты входят следующие элементы (отметить не обязательно): регулятор напряжения, испытательный трансформатор, токоограничивающее сопротивление, реле максимального тока, вольтметр первичного напряжения, измерительное устройство на высокой стороне.
26. Может ли отсутствовать в испытательной установке промышленной частоты измеритель напряжения на стороне низкого напряжения ИТ: обязательно должен

быть, иногда допускается отсутствие, вообще этот элемент в установке не должен присутствовать.

27. Может ли отсутствовать в испытательной установке промышленной частоты измеритель напряжения на стороне высокого напряжения ИТ: обязательно должен быть, иногда допускается отсутствие, вообще этот элемент в установке не должен присутствовать.

28. В качестве регуляторов напряжения в испытательной установке промышленной частоты могут использоваться (отметить не верное): реостаты, потенциометры, ЛАТРы, трансформаторы с подвижными обмотками, трансформаторы с регулированием под нагрузкой, системы двигатель-генератор.

29. Какие из перечисленных типов регуляторов напряжения наиболее часто используются в испытательных установках промышленной частоты: реостаты, потенциометры, ЛАТРы, трансформаторы с подвижными обмотками, системы двигатель-генератор.

30. Какие из перечисленных типов регуляторов напряжения вносят наибольшие искажения в форму напряжения в испытательных установках промышленной частоты: реостаты, ЛАТРы, трансформаторы с подвижными обмотками, системы двигатель-генератор.

31. Какие из перечисленных типов регуляторов напряжения вносят наименьшие искажения в форму напряжения в испытательных установках промышленной частоты: реостаты, ЛАТРы, трансформаторы с подвижными обмотками, системы двигатель-генератор.

32. Необходимая по ГОСТ величина ёмкости на стороне высокого напряжения, пф: 100, 500, 1000, 2500, 5000.

33. Необходимая по МЭК величина ёмкости на стороне высокого напряжения, пф: 100, 500, 1000, 2500, 5000.

34. Дополнительная стабилизирующая ёмкость ставится: параллельно обмоткам низкого напряжения, последовательно в цепи низкого напряжения, параллельно объекту испытаний, последовательно с объектом испытаний.

35. Стабилизирующая ёмкость служит для (отметить не нужное): снижения перенапряжений, защиты ИТ от перенапряжений, высоковольтного емкостного делителя напряжения, стабилизации напряжения, исключения условий резонансных перенапряжений.

36. Число ИТ в каскадных схемах обычно не превышает: 3, 4, 5, 6, 10, 15.

37. Чем ограничивается число ИТ в каскадных схемах: быстрым ростом стоимости установки, быстрым ростом неравномерности загрузки обмоток, быстрым ростом напряжения короткого замыкания, быстрым ростом массы и габаритов установки.

38. Самой загруженной обмоткой в каскадной схеме с одним ИТ в первом каскаде является: обмотка НН 1 каскада, обмотка НН 2 каскада, обмотка НН 3 каскада, обмотка ВН 1 каскада, обмотка ВН 2 каскада, обмотка ВН 3 каскада, обмотка связи 1 каскада.

39. Самой загруженной обмоткой в каскадной схеме с двумя соединённым параллельно ИТ в первом каскаде является: обмотка НН 1 каскада, обмотка НН 2 каскада, обмотка НН 3 каскада, обмотка ВН 1 каскада, обмотка ВН 2 каскада, обмотка ВН 3 каскада, обмотка связи 1 каскада.

40. Мощность каскада из трех ИТ, каждый из которых рассчитан на 100 кВА составляет 33,3 кВА, 50 кВА, 100 кВА, 200 кВА, 300 кВА.

41. Мощность каскада из четырёх ИТ, каждый из которых рассчитан на 100 кВА, с двумя параллельно включенными ИТ в первом каскаде, составляет: 33,3 кВА, 50 кВА, 100 кВА, 200 кВА, 400 кВА.
42. В каскадной схеме ИТ могут располагаться (отметить не нужно): параллельно друг другу на одной высоте, друг на друге, на различных ступеньках «лестницы», на различных площадках «этажерки».
43. Резонансная схема получения высоких напряжений промышленной частоты состоит из (отметить не нужно): регулятора напряжения, испытательного трансформатора, высоковольтного дросселя, стабилизирующей ёмкости, вольтметра первичного напряжения, измерительного устройства на высокой стороне.
44. Преимущества резонансной схемы по сравнению с каскадной (отметить не нужно): меньшая стоимость, более мягкие условия проведения испытаний, универсальность в выборе объектов испытаний, меньшие габариты установки.
45. Недостатки резонансных схем по сравнению с каскадными (отметить не нужно): сложность настройки в резонанс, сложность перестройки для испытаний объектов различной ёмкости, высокая цена высоковольтного регулируемого дросселя.

## **Раздел 2. Испытательные и электрофизические установки постоянных ВН**

1. Высокие постоянные напряжения получают (отметить не нужно): прямой генерацией в электростатических генераторах, выпрямлением высоких напряжений промышленной частоты, в каскадных схемах с удвоением напряжения, в каскадных схемах с испытательными трансформаторами.
2. Какие из перечисленных установок не относятся к электростатическим генераторам постоянных напряжений, генератор Ван де Граафа, роторный генератор, турбогенератор, электрофорная машина.
3. В принцип работы электростатических генераторов не входят: механическое разнесение зарядов, зарядка и разрядка движущейся диэлектрической ленты, зарядка и разрядка движущейся диэлектрической плоскости или цилиндра, использование вращающегося магнитного поля для генерации, использование коронного разряда, использование трибоэлектричества.
4. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа от напряжения на коронирующем электроде: повышается, понижается, не зависит.
5. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа от увеличения ширины ленты: повышается, понижается, не зависит.
6. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа при переходе от воздушной среды к элегазовой: повышается, понижается, не зависит.
7. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа от высоты расположения электрода высокого напряжения: повышается, понижается, не зависит.
8. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа от тока нагрузки: повышается, понижается, не зависит.
9. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа от диаметра электрода высокого напряжения: повышается, понижается, не зависит.
10. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа от повышения скорости движения ленты: повышается, понижается, не зависит.



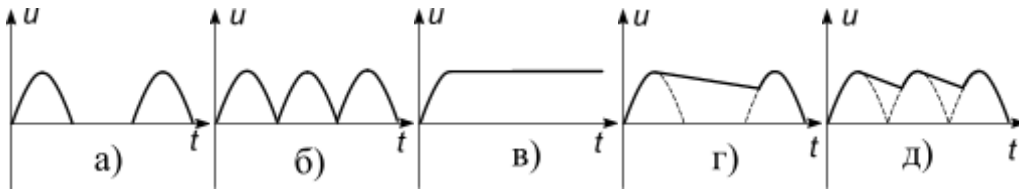
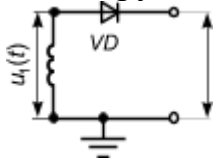
11. Как зависит значение высокого напряжения в генераторе Ван де Граафа от увеличения значения сопротивления заземления приводного барабана: повышается, понижается, не зависит.

12. Какие максимальные напряжения получены на генераторах типа Ван де Граафа, МВ: 5, 10, 15, 29, 25, 30, 35, 40.

13. Какие максимальные токи в нагрузке получают от электростатических генераторов: 1 мкА, 10 мкА, 100 мкА, 1 мА, 10 мА, 100 мА, 1 А, 10 А, 100 А.

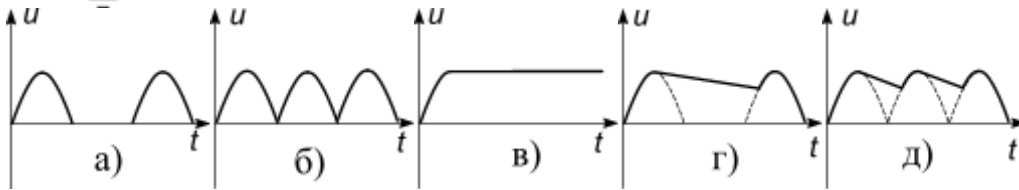
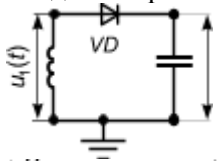
14. Электростатические генераторы не используются в: установках защиты от статического электричества, ускорителях элементарных частиц, установках создания высоких градиентов электрических полей, установках создания высоких градиентов магнитных полей.

15. Какая форма напряжения получается на выходе однополупериодной схемы без нагрузки:



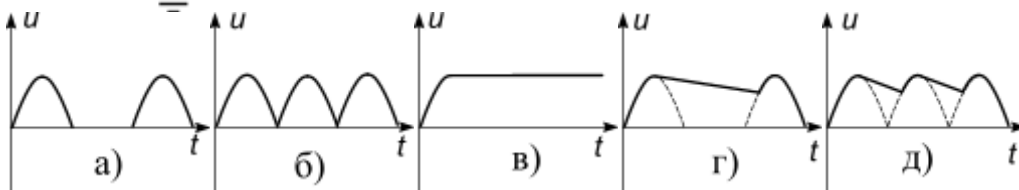
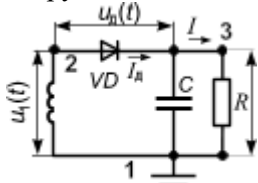
Правильный ответ а)

17. Какая форма напряжения получается на выходе однополупериодной схемы с нагрузкой в виде конденсатора:



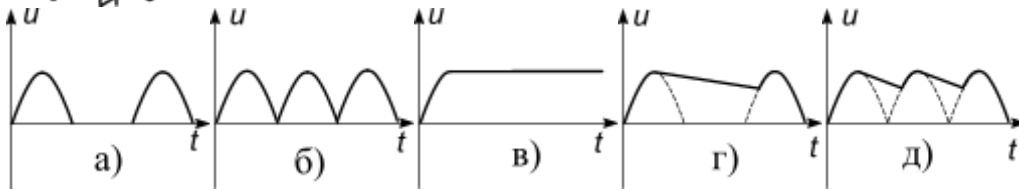
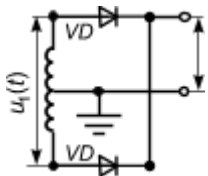
Правильный ответ – в)

18. Какая форма напряжения получается на выходе однополупериодной схемы с конденсатором и активной нагрузкой:



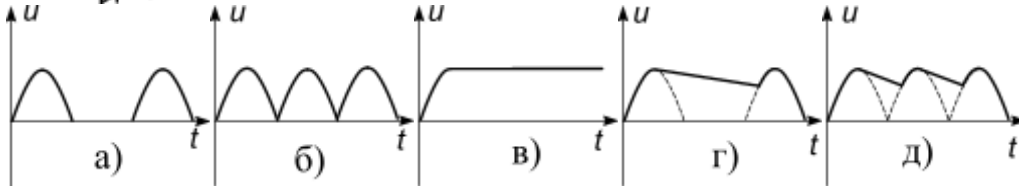
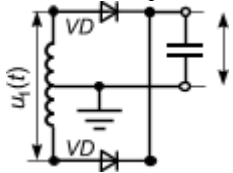
Правильный ответ – г)

19. Какая форма напряжения получается на выходе двухполупериодной схемы без нагрузки:



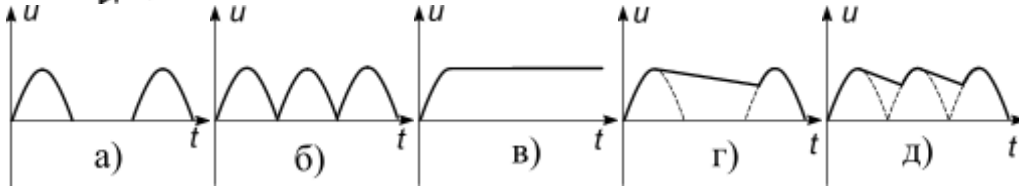
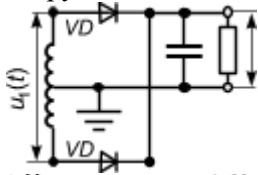
Правильный ответ – б)

20. Какая форма напряжения получается на выходе двухполупериодной схемы с нагрузкой в виде конденсатора:



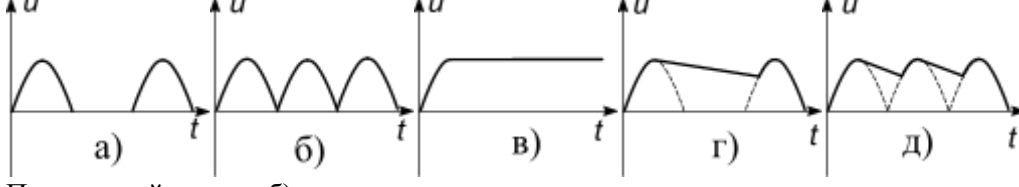
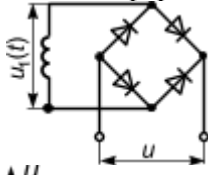
Правильный ответ – в)

21. Какая форма напряжения получается на выходе двухполупериодной схемы с конденсатором и активной нагрузкой:



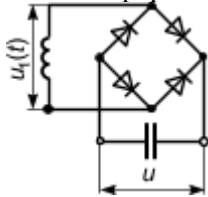
Правильный ответ – д)

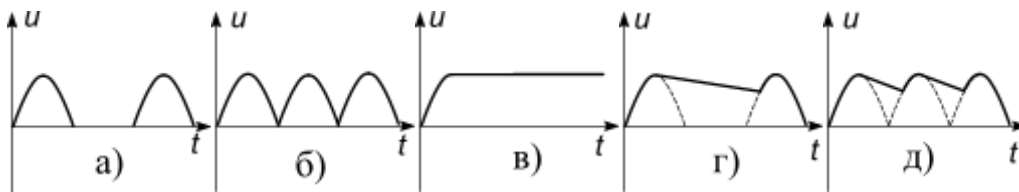
22. Какая форма напряжения получается на выходе мостиковой схемы без нагрузки:



Правильный ответ – б)

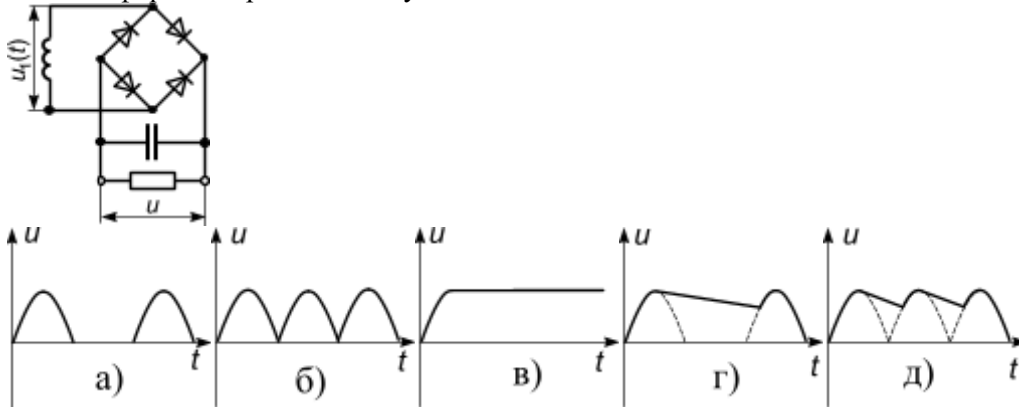
23. Какая форма напряжения получается на выходе мостиковой схемы с нагрузкой в виде конденсатора:





Правильный ответ – в)

24. Какая форма напряжения получается на выходе мостиковой схемы с конденсатором и активной нагрузкой:



Правильный ответ – д)

25. Схемы удвоения применяются для: повышения в два раза тока источника, повышения в два раза напряжения источника, повышения в два раза мощности источника.

26. Какая форма напряжения получается на выходе схемы удвоения: постоянное, пульсирующее, постоянное с небольшими пульсациями.

27. На какое напряжение выбираются диоды схемы удвоения по отношению к напряжению ( $U_{ном}$ ) питающего трансформатора:  $U_{ном}$ ,  $1,5U_{ном}$ ,  $2U_{ном}$ ,  $3U_{ном}$ ,  $4U_{ном}$ .

28. На какое напряжение выбираются конденсаторы схемы удвоения по отношению к напряжению ( $U_{ном}$ ) питающего трансформатора:  $U_{ном}$ ,  $1,5U_{ном}$ ,  $2U_{ном}$ ,  $3U_{ном}$ ,  $4U_{ном}$ .

29. Напряжение питающего трансформатора составляет 2 кВ. Определить напряжение на выходе 6 каскадной схеме удвоения без нагрузки, кВ: 12, 18, 24, 30, 36.

30. Как зависит максимальное напряжение на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от величины ёмкости. При увеличении ёмкости напряжение: увеличивается, уменьшается, не меняется.

31. Как зависит максимальное напряжение на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от частоты питающего напряжения. При увеличении частоты напряжение: увеличивается, уменьшается, не меняется.

32. Как зависит максимальное напряжение на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от величины тока нагрузки. При увеличении тока напряжение: увеличивается, уменьшается, не меняется.

33. Как зависит величина пульсации напряжения на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от величины ёмкости. При увеличении ёмкости пульсация: увеличивается, уменьшается, не меняется.

34. Как зависит величина пульсации напряжения на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от частоты питающего напряжения. При увеличении частоты пульсация: увеличивается, уменьшается, не меняется.

35. Как зависит величина пульсации напряжения на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от величины тока нагрузки. При увеличении тока пульсация: увеличивается, уменьшается, не меняется.

36. Как зависит величина пульсации напряжения на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от числа каскадов. При увеличении числа каскадов пульсация: увеличивается, уменьшается, не меняется.

37. Как зависит величина отклонения напряжения на выходе каскадной схемы с удвоением напряжения в каскаде от максимального напряжения в схеме без нагрузки при увеличении числа каскадов. При увеличении тока числа каскадов отклонение: увеличивается, уменьшается, не меняется.

### Раздел 3. Испытательные и электрофизические установки импульсных ВН

1. Стандартный испытательный импульс грозового перенапряжения записывается как: 1,2/20, 1,2/50, 2/10, 2/50, 4/50.
2. Что обозначает первая цифра в обозначении импульса: амплитуда напряжения (тока), длительность импульса, длительность фронта импульса.
3. Что обозначает вторая цифра в обозначении импульса: амплитуда напряжения (тока), длительность импульса, длительность фронта импульса.
4. В каких единицах измеряется длительность импульса (фронта импульса): нс, мкс, мс, с, пф, мкГн, кВ.
5. Длительность фронта импульса грозового перенапряжения определяется как: время между началом импульса и временем достижения максимального значения, интервал между временем при котором  $U = 0,9U_{max}$  и временем с  $U = 0,1U_{max}$  разделённый на 0,8, интервал между временем при котором  $U = 0,9U_{max}$  и временем с  $U = 0,3U_{max}$  разделённый на 0,6.
6. Длительность фронта импульса коммутационного перенапряжения  $T_1$  определяется как: время между началом импульса и временем достижения максимального значения, интервал между временем при котором  $U = 0,9U_{max}$  и временем с  $U = 0,1U_{max}$  разделённый на 0,8, интервал между временем при котором  $U = 0,9U_{max}$  и временем с  $U = 0,3U_{max}$  разделённый на 0,6.
7. Длительность фронта импульса коммутационного перенапряжения  $T^*$  определяется как: время между условным началом импульса и временем достижения максимального значения, интервал между временем при котором  $U = 0,9U_{max}$  и временем с  $U = 0,1U_{max}$  разделённый на 0,8, интервал между временем при котором  $U = 0,9U_{max}$  и временем с  $U = 0,3U_{max}$  разделённый на 0,6.
8. Длительность импульса грозового (коммутационного) перенапряжения определяется как: время между началом и концом импульса, время между максимумом амплитуды и концом импульса, время от условного начала импульса до достижения амплитуды на спаде  $U = 0,5U_{max}$ , время от условного начала импульса до достижения амплитуды на спаде  $U = 0,5U_{max}$  разделенное на 0,5.
9. Стандартный испытательный импульс коммутационного перенапряжения имеет форму: 100/2500, 250/2500, 500/2500, 300/3000, 1000/5000, 4000/7500.
10. Длительность основания ( $t_o$ ) прямоугольного импульса это время в течение которого амплитуда сигнала больше: 0,1 $U_{max}$ , 0,3 $U_{max}$ , 0,5 $U_{max}$ , 0,7 $U_{max}$ , 0,9 $U_{max}$ .
11. Длительность полки ( $t_{п}$ ) прямоугольного импульса это время в течение которого амплитуда сигнала больше: 0,1 $U_{max}$ , 0,3 $U_{max}$ , 0,5 $U_{max}$ , 0,7 $U_{max}$ , 0,9 $U_{max}$ .
12. Импульс считается прямоугольным если:  $t_o/t_{п} \geq 1,5$ ,  $t_o/t_{п} \leq 1,5$ ,  $t_o/t_{п} \geq 2$ ,  $t_o/t_{п} \leq 2$ ,  $t_o/t_{п} \geq 2,5$ ,  $t_o/t_{п} \leq 2,5$ .
13. Постоянная времени заряда (разряда) ёмкости С через сопротивление R определяется как:  $\tau = R/C$ ,  $\tau = R \cdot C$ ,  $\tau = C/R$ .

14. Постоянная времени заряда (разряда) ёмкости это время в течение которого напряжение на ёмкости: спадает до нуля, изменяется в 2 раза, изменяется в e раз, изменяется в 3 раза.
15. Что больше: длительность импульса или постоянная времени разряда накопительной ёмкости ГИН? длительность импульса, постоянная времени разряда, они одинаковы.

#### Раздел 4. Измерения ВН и сильных токов

1. Измерительные трансформаторы напряжения служат для: а) изменения высокого напряжения с номинального до 100 В; б) изменения высокого напряжения с номинального до 220 В; а) изменения высокого напряжения с номинального до произвольного, но менее 1000 В.
2. Класс точности измерительных трансформаторов напряжения определяет величину: а) погрешности в величине трансформации по величине и угол сдвига между фазой напряжения в первичной и вторичной цепи; б) только погрешности в величине трансформации по величине; в) только угол сдвига между фазой напряжения в первичной и вторичной цепи.
3. Класс точности измерительных трансформаторов напряжения, используемых для коммерческого учёта электроэнергии должен быть не хуже: а) 3 класса; б) 1 класса; в) класса 0,5; г) класса 0,2.
4. Что означает цифра класса точности измерительных трансформаторов напряжения, например класс 1: а) погрешность напряжения не превышает 1% от  $U_{ном}$ ; а) погрешность напряжения не превышает 1% от  $U_{ном}$  при напряжении равном  $U_{ном}$ ; в) погрешность напряжения не превышает 1% от  $U_{ном}$  при напряжении равном  $0,8 \div 1,2 U_{ном}$ .
5. Измерительные трансформаторы напряжения конструктивно выполняются: а) только однофазными; б) только трёхфазными; в) как однофазными, так и трёхфазными.
6. Какие измерительные трансформаторы напряжения чаще применяются в системах коммерческого учёта электроэнергии: а) однофазные; б) трёхфазные; в) как однофазные, так и трёхфазные одинаково часто.
7. Сколько вторичных обмоток низкого напряжения имеют измерительные трансформаторы напряжения: а) только одну; б) только две; в) бывает одну, а бывает и две; г) произвольное число до трёх.
8. Какие из перечисленных схем соединения обмоток измерительных трансформаторов напряжения не применяются: а) звезда; б) треугольник; в) разомкнутый треугольник.
9. Сколько однофазных измерительных трансформаторов напряжения нужно для подключения по схеме звезда: 2, 3, 4.
10. Сколько однофазных измерительных трансформаторов напряжения нужно для подключения по схеме разомкнутого треугольника: 2, 3, 4.
11. Первичные обмотки измерительных трансформаторов напряжения по схеме разомкнутого треугольника подключаются: между фазой и землёй; между фазами; последовательно в разрез фазы.
12. Первичные обмотки измерительных трансформаторов напряжения по схеме звезда подключаются: между фазой и землёй; между фазами; последовательно в разрез фазы.

13. В каких случаях заземляются вторичные обмотки измерительных трансформаторов напряжения: в сетях с заземлённой нейтралью, в сетях с эффективно-заземлённой нейтралью, всегда.
14. Измерительные трансформаторы тока служат для: а) изменения сильных токов с номинального до 5 А; б) изменения сильных токов с номинального до 20 А; в) изменения сильных токов с номинального до произвольного, но более 1 А.
15. Класс точности измерительных трансформаторов тока определяет величину: а) погрешности в величине трансформации по величине и угол сдвига между фазой тока в первичной и вторичной цепи; б) только погрешности в величине трансформации по величине; в) только угол сдвига между фазой тока в первичной и вторичной цепи.
16. Какие из типов делителей напряжения не применяются для снижения напряжения: резистивные, ёмкостные, индуктивные, смешанные, демпфированные.
17. До каких напряжений применяются схемы высокоомных резистивных делителей? До 100 кВ, до 200 кВ, до 400 кВ, до 1000 кВ.
18. Низкоомные делители напряжения применяются для измерения: только импульсных напряжений, только напряжений промышленной частоты, любых видов, но не более 500 кВ.
19. Для каких целей служит «пояс Роговского»: для безопасного производства работ под напряжением, для подъёма на опоры ЛЭП, для измерения токов, для измерения напряжений.
20. Является ли утверждение о том, что «пояс Роговского» это воздушный трансформатор тока: правильным, не правильным, может быть как правильным так и не правильным в зависимости от способа подключения.
21. Какой из двух основных режимов работы «пояса Роговского» используется чаще: режим короткого замыкания, режим холостого хода, оба режима одинаково часто.
22. На каком физическом принципе работает роторный вольтметр: законе всемирного тяготения, законе непрерывности потока, электрической индукции.
23. На каком физическом принципе работает вибрационный вольтметр: законе всемирного тяготения, законе непрерывности потока, электрической индукции.
24. На каком физическом принципе работает киловольтметр типа С194: законе всемирного тяготения, законе непрерывности потока, электрической индукции.
25. Что измеряют электрическим зондом: объёмную плотность электрического заряда вблизи электрода, напряжённость электрического поля, напряжённость магнитного поля.
26. Классический эффект Холла это: поворот плоскости поляризации света в магнитном поле, возникновение разности потенциалов на гранях датчика, при пропускании по нему тока в магнитном поле, возникновение переменного высокочастотного излучения в сверхпроводнике в магнитном поле.