

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электрофизические процессы в газах, жидких и твердых диэлектриках

: 13.04.02

: 1, : 2

		2
1	()	4
2		144
3	, .	64
4	, .	18
5	, .	18
6	, .	18
7	, .	20
8	, .	2
9	, .	8
10	, .	80
11	(, ,)	
12		

(): 13.04.02

1500 21.11.2014 ., : 11.12.2014 .

: 1,

(): 13.04.02

, 9 20.06.2017

, 9 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция НГТУ: ПК.34.В/НИ способность разрабатывать оптимальные изоляционные конструкции с применением различных диэлектриков; в части следующих результатов обучения:

1.
1.

2.

2.1

(, , ,)	
-----------	--

.34. / . 1	
1.знать электрофизические процессы в диэлектриках при воздействии напряжения промышленной частоты и перенапряжений	; ;
.34. / . 1	
2.уметь оптимизировать изоляционные конструкции	;

3.

3.1

	, .		
: 2			
: , ,			
1.	0	1	1
: , , ;			
2.	0	2	1
3.	0	1	1
4.	0	2	1
:			
5.	0	1	1
:			
6.	0	2	1
7.	0	2	1

: , ; , - , , , ,			
8.	0	1	1
9.	0	2	1
10.	0	2	1
11.	0	1	1
: , , , ,			
12.	0	1	1

3.2

: 2				
: ; :				
1.	0	5	2	
: ,				
2.	0	5	2	
:				
3.	2	4	2	
: , , , ,				
4.	2	4	2	

: 2				
:				
1.		2	2	1
:				
2.		4	4	1
:				
3.		4	4	1
:				
4.		4	4	1
5.		2	4	1

4.

: 2				
1		1, 2	20	3
: []. 1: - / . . . ; , [2013]. - :				
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179012 . -				
2		1, 2	40	2
: []. 1: - / . . . ; , [2013]. - :				
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179012 . -				
3		1, 2	2	1
: []. 1: - / . . . ; , [2013]. - :				
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179012 . -				
4		1, 2	18	2
: []. 1: - / . . . ; , [2013]. - :				
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179012 . -				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail
	;

6.

(),

- 15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 2	
<i>Подготовка к занятиям:</i>	
<i>Лабораторная:</i>	20
<i>Практические занятия:</i>	20
<i>Контрольные работы:</i>	10
<i>РГЗ:</i>	10
<i>Экзамен:</i>	40

6.2

6.2

	.34. / 1.		+
	.34. / 1.	+	+

1

7.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра техники и электрофизики высоких напряжений

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ___ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрофизические процессы в газах, жидких и твердых диэлектриках
Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Техника и электрофизика высоких напряжений

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электрофизические процессы в газах, жидких и твердых диэлектриках приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГР)	Промежуточная аттестация (экзамен)
ПК.34.В/НИ способность разрабатывать оптимальные изоляционные конструкции с применением различных диэлектриков	з1. знать электрофизические процессы в диэлектриках при воздействии напряжения промышленной частоты и перенапряжений	Виды поляризованных диэлектриков, электрические поля в поляризованном диэлектрике, уравнение Клазиуса-Мосотти Влияние загрязнения, увлажнения, неоднородности поля Влияние температуры и частоты на потери в диэлектрике, стадии и механизмы пробоя твердых диэлектриков, тепловой пробой, развитие пробоя во времени, электрический пробой, старение диэлектриков, частичные разряды Импульсная корона Коронный разряд на переменном напряжении Лавинная, стримерная, лидерная формы разрядов Механизмы разряда в жидкости, разряд в жидкости по поверхности твердого диэлектрика Объемная и поверхностная проводимости Особенности структуры и движения частиц в газообразных диэлектриках Особенности структуры и движения частиц в жидких диэлектриках Особенности структуры и движения частиц в твердых диэлектриках Полярные и неполярные диэлектрики, комплексная диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, тангенс угла диэлектрических потерь Разряд в газе по поверхности твердого диэлектрика Разряд в жидкости по поверхности твердого диэлектрика Условие самостоятельности разряда, разрядные напряжения промежутков в газе	РГЗ, разделы 1- 3	Экзамен, вопросы 5-9, 14-16

ПК.34.В/НИ	у1. уметь оптимизировать изоляционные конструкции	Исследование влияния формы электродов высоковольтных устройств на разрядные характеристики воздушных промежутков Исследование особенностей пробоя твердых диэлектриков в сильных электрических полях Исследование особенностей электрического пробоя жидких диэлектриков Исследование разрядных процессов воздушных промежутков вдоль поверхности твердого диэлектрика	РГЗ, разделы 1- 3	Экзамен, вопросы 1-4, 10-13
------------	---	---	-------------------	-----------------------------

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.34.В/НИ.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.34.В/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

3. Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрофизические процессы в газах, жидких и твердых диэлектриках»,
2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-8, второй вопрос из диапазона вопросов 9-16 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Электрофизические процессы в газах, жидких и твердых диэлектриках»

1. Основные процессы взаимодействия частиц в газах.
2. Электрофизические процессы в жидких и твердых диэлектриках; ионная проводимость, подвижность ионов, плотность тока, катафоретическая проводимость, поведение коллоидных частиц, заряд частиц, движение частиц в электрическом поле, связь проводимостей с вязкостью жидкости.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 30 *баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрофизические процессы в газах, жидких и твердых диэлектриках»

1. Роль и место электрических разрядов в высоковольтной изоляционной технике
2. Классификация электрических разрядов в газах.
3. Основные процессы взаимодействия частиц в газах.
4. Структура и энергетические характеристики атомов и молекул газа. Электронное возбуждение атомов и молекул газа. Колебательное и вращательное возбуждение молекул. Тушение возбуждения.
5. Излучение фотонов атомами и молекулами газа, поглощение и фотоионизация. Основные характеристики процессов взаимодействия нейтральных и заряженных частиц газа.
6. Ионизация газа электронами (прямая, ступенчатая, ассоциативная). Расчетные и эмпирические методы определения коэффициента ионизации газа электронами. Возникновение и развал отрицательных ионов. Основные процессы, ответственные за эмиссию электронов из катода (ионная бомбардировка, фотоэлектронная эмиссия, термоавтоэлектронная эмиссия).
7. Коэффициент вторичной ионизации. Рекомбинация заряженных частиц в газе. Термоионизация газа. Основные характеристики плазмы: нейтральность, радиус Дебая, проводимость.
8. Лавинный механизм развития разряда. Основные параметры электронной лавины и методы их определения (расчетные и эмпирические). Статистика лавинного усиления. Условие самостоятельности разряда в лавинной форме. Начальное напряжение. Закон Пашена. Особенности возникновения самостоятельного разряда в неоднородном электрическом поле (влияние неоднородности поля и полярности напряжения). Закон подобия электрических разрядов.
9. Основы инженерной методики расчета начальных напряжений. Зависимость начального напряжения от частоты. Методика расчета первой критической частоты для промежутков с однородными и неоднородными электрическими полями.

10. Стримерный механизм развития разряда. Влияние поля зарядов электронной лавины на радиус и число электронов лавины. Условие перехода лавины в стример (критическое число электронов в лавине, критическая длина лавины). Условие самостоятельности разряда в стримерной форме. Три характерных области в кривой Пашена, особенности возникновения и развития стримера в промежутках с неоднородным полем, влияние полярности.
11. Лидерный механизм развития разряда. Условия перехода стримернои формы разряда в лидерную форму. Структура анодо- и катодо-направленного лидера. Основные характерные параметры лидеров.
12. Финальная стадия лидерного разряда и формирования главного разряда).
13. Временные характеристики разряда. Вольтсекундные характеристики при грозовых и коммутационных импульсах напряжения.
14. Электрофизические процессы в жидких и твердых диэлектриках; ионная проводимость, подвижность ионов, плотность тока, катодетическая проводимость, поведение коллоидных частиц, заряд частиц, движение частиц в электрическом поле, связь проводимостей с вязкостью жидкости.
15. Приэлектродные процессы; пробой в жидкости и влияющие параметры; механизмы разряда в жидкости, разряд в жидкости по поверхности твердого диэлектрика; основные виды проводимости твердых диэлектриков, объемная и поверхностная проводимости, основные влияющие факторы; виды поляризованных диэлектриков, электрические поля в поляризованном диэлектрике, уравнение Клазиуса-Мосотти
16. Полярные и неполярные диэлектрики, комплексная диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, тангенс угла диэлектрических потерь, влияние температуры и частоты на потери в диэлектрике, стадии и механизмы пробоя твердых диэлектриков, тепловой пробой, развитие пробоя во времени, электрический пробой, старение диэлектриков, частичные разряды. Пробой в жидкости и влияющие параметры. Разряд в газе по поверхности твердого диэлектрика.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрофизические процессы в газах, жидких и твердых диэлектриках»,
2 семестр

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны:

- рассчитать электрическую прочность заданной изоляционной конструкции;
- предложить меры повышения электрической прочности;
- рассчитать электрическую прочность заданной изоляционной конструкции с учетом предлагаемых мероприятий.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны выполнить численный расчет и провести анализ полученных результатов.

Обязательные структурные части РГЗ:

- титульный лист;
- задание;
- расчеты;
- анализ полученных результатов;
- выводы.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 15 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Провести расчет напряженности электрического поля одножильного кабеля в радиальном направлении. Расчет проводить в относительных единицах: потенциал жилы принять равным единице, экрана - равным нулю.
2. Провести расчет напряженности электрического поля проходного изолятора в радиальном и аксиальном направлениях. Расчет проводить в именованных единицах для конструкций на напряжение от 6 до 500 кВ. При необходимости повторить расчет напряженности указанной конструкции с учетом конденсаторных обкладок.
3. Провести расчет напряженности электрического поля обмотки трансформатора.