

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Вологодский государственный университет»**

Институт машиностроения, энергетики и транспорта  
(наименование института)

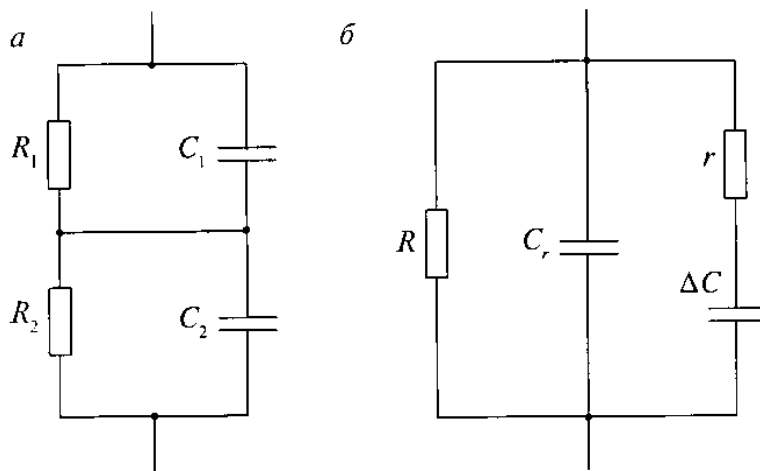
Кафедра «Управляющих и вычислительных систем»  
(наименование кафедры)

## ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2

Дисциплина	Техника высоких напряжений
Наименование темы	Электроизоляционные конструкции и испытания изоляции
Код работы	_____
	код, наименование направления подготовки /специальности, программы, код кафедры, регистрационный номер по журналу, год
Руководитель	_____
	(уч. степень, звание, должность, Ф.И.О)
Выполнили студенты	Агеев М.Д.
	(Ф.И.О)
Группа, курс	ЭС-31
Дата сдачи	_____
Дата защиты	_____
Оценка по защите	_____
	(подпись преподавателя)

Вологда  
2023 г.

## Схемы замещения двухслойного диэлектрика



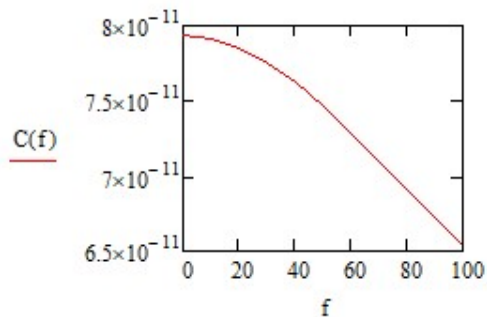
## Расчет параметров двухслойного диэлектрика

$$\begin{aligned}
 \epsilon_1 &:= 3.0 \\
 \epsilon_2 &:= 2.0 \\
 \gamma_1 &:= 7 \cdot 10^{-11} \\
 \gamma_2 &:= 3 \cdot 10^{-8} \\
 d_1 &:= 0.015 & \epsilon_0 &:= 8.85 \cdot 10^{-12} \\
 d_2 &:= 0.01 \\
 S_{\text{вн}} &:= 0.045 \\
 R_1 &:= \frac{d_1}{\gamma_1 \cdot S} = 4.762 \times 10^9 \\
 R_2 &:= \frac{d_2}{\gamma_2 \cdot S} = 7.407 \times 10^6 \\
 C_1 &:= \epsilon_0 \cdot \epsilon_1 \cdot \frac{S}{d_1} = 7.965 \times 10^{-11} \\
 C_2 &:= \epsilon_0 \cdot \epsilon_2 \cdot \frac{S}{d_2} = 7.965 \times 10^{-11} \\
 R_{\text{вн}} &:= R_1 + R_2 = 4.769 \times 10^9 \\
 C_r &:= \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 3.982 \times 10^{-11} \\
 r &:= \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot (R_1 + R_2) \cdot (C_1 + C_2)^2}{(R_1 \cdot C_1 - R_2 \cdot C_2)^2} = 2.977 \times 10^7 \\
 \Delta C &:= \frac{(R_1 \cdot C_1 - R_2 \cdot C_2)^2}{(R_1 + R_2)^2 \cdot (C_1 + C_2)} = 3.958 \times 10^{-11} \\
 C_{\text{вн}}(\omega) &:= C_r + \Delta C \cdot \frac{1}{1 + \omega^2 \cdot T^2} \\
 T_{\text{вн}} &:= r \cdot \Delta C = 1.178 \times 10^{-3} \\
 C_{50} &:= C_r + \Delta C \cdot \frac{1}{1 + 50^2 \cdot T^2} = 7.927 \times 10^{-11} & \omega_1 &:= 2\pi \cdot 50 = 314.159 \\
 C_{2} &:= C_r + \Delta C \cdot \frac{1}{1 + 2^2 \cdot T^2} = 7.94 \times 10^{-11} & \omega_2 &:= 2\pi \cdot 2 = 12.566 \\
 \frac{C_2}{C_{50}} &:= 1.002
 \end{aligned}$$

Расчет и графическая зависимость емкости изоляционной конструкции от частоты приложенного напряжения в диапазоне от 0 до 100 Гц.

$$C(f) := Cr + \Delta C \cdot \frac{1}{1 + (2\pi \cdot f)^2 \cdot T^2}$$

$$f := 0, 10.. 100$$



Степень увлажнения изоляции  
Задание 3

$$C(\omega) := Cr + \Delta C \cdot \frac{1}{1 + \omega^2 \cdot T^2}$$

$$T := r \cdot \Delta C = 1.178 \times 10^{-3}$$

$$C50 := Cr + \Delta C \cdot \frac{1}{1 + 50^2 \cdot T^2} = 7.927 \times 10^{-11}$$

$$\omega_1 := 2\pi \cdot 50 = 314.159$$

$$\omega_2 := 2\pi \cdot 2 = 12.566$$


$$C2 := Cr + \Delta C \cdot \frac{1}{1 + 2^2 \cdot T^2} = 7.94 \times 10^{-11}$$

+

$$\frac{C2}{C50} = 1.002$$

1. Внутренняя изоляция – это части изоляционной конструкции, в которых изолирующей средой являются жидкие, твердые или газообразные диэлектрики или их комбинация, не соприкасающиеся с атмосферным воздухом и не подверженные влиянию атмосферных и других внешних факторов. Внешней изоляцией являются воздушные промежутки и поверхность твердой изоляции в атмосферном воздухе,

которые подвержены влиянию атмосферных и других внешних факторов.

2. **СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ** — характеристика, влияющая на степень безопасности эксплуатации электроустановок.
3. В процессе эксплуатации на изоляцию воздействует множество неблагоприятных факторов: тряска, вибрации, изменения температур, иногда в широком диапазоне, повышенные температуры, загрязнение, увлажнение, воздействие агрессивной пыли, электрические и магнитные воздействия при рабочем и повышенном напряжениях. Поэтому с течением времени изоляция постепенно теряет свои первоначальные свойства. Изоляция стареет, а возникшие дефекты настолько снижают ее электрическую прочность, что она не может выдержать не только перенапряжения, но и номинальное рабочее напряжение.
4. Контроль величины емкости изоляции позволяет выявлять слоистое увлажнение изоляции. Емкость идеального конденсатора не зависит от частоты; чем больше диэлектрические потери в реальном конденсаторе или в изоляции, тем сильнее зависит от частоты емкость идеального емкостного элемента в схеме замещения реального конденсатора.
5. Электрическое старение может происходить при напряженностях электрического поля во много раз (5—20) меньше пробивных напряжений. С увеличением напряжения, приложенного к изоляции, темпы электрического старения возрастают, а срок службы  соответственно уменьшается.
6. Тепловое старение, т. е. постепенное ухудшение характеристик внутренней изоляции при длительном нагреве, происходит вследствие того, что при повышении температуры возникают или ускоряются химические процессы в изоляционных материалах.
7. Внутренняя изоляция или ее отдельные элементы из твердых диэлектрических материалов обычно подвергаются в эксплуатации значительным статическим и динамическим ударным механическим нагрузкам. Под действием этих механических нагрузок (растяжение, сжатие, изгиб, вибрация и т. д.) в диэлектрике образуются и постепенно увеличиваются микротрещины. Когда количество и размеры микротрещин достигают некоторых критических значений, наступает механическое разрушение материала. Однако кроме механического разрушения диэлектрика наличие микротрещин приводит к преждевременному пробое изоляции, так как наличие трещин существенно снижает электрическую прочность диэлектрика. Покажем роль микротрещин в изоляции на примере.