



Ставропольский государственный
аграрный университет



**КАФЕДРА
«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ»**

«ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ»

**ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ ПРИВАЛОВ
ЕВГЕНИЙ ЕВГРАФОВИЧ**



Ставропольский государственный
аграрный университет



Раздел 1. Общие вопросы электробезопасности

ЛЕКЦИЯ № 2 Воздействие электрического тока на организм человека



Учебные цели

1. Знать механизм поражения человека электрическим током.
2. Знать факторы, определяющие степень опасности воздействия тока на организм человека.



Учебные вопросы

1. Действие электрического тока на человека.
2. Факторы, определяющие степень опасности при воздействии тока на организм человека.



Учебная литература.

- 1. Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок. 3-е изд. М: НОРМАТИКА, 2020. - 232с.**
- 2. Основы электробезопасности. Ч.1: влияние электрического тока и ЭМП электроустановок на человека: учебное пособие / Е.Е. Привалов. - М. Берлин-Медиа, 2016. - 154с.**



1. Действие электрического тока на человека.

- не имеет цвета и запаха
- не выдает звука и тепла
- нет вкуса
- наличие тока невозможно определить ни одним органом чувств человека
- наличие тока возможно определить только специальными приборами



Ставропольский государственный аграрный университет



ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЧЕЛОВЕКА

Виды воздействия

биологическое

химическое

тепловое

характер воздействия

молекулярный уровень

биологический уровень

физиологический уровень



- Электрический ток **не имеет запаха, цвета и действует бесшумно.**
- Большое значение в исходе поражения имеет **путь, проходимый током в теле человека.** Поражение будет более тяжелым, если на пути тока оказываются сердце, грудная клетка, головной и спинной мозг.
- Непосредственными причинами смерти человека, пораженного электрическим током, является **прекращение работы сердца,**



- 1. Неспецифическое действие: ожоги и механические повреждения (загорания одежды, падения).**
- 2. Специфическое действие в виде эффектов: термического, электролитического, механического, биологического и раздражающего при прохождении тока через ткани тела.**



Ставропольский государственный аграрный университет

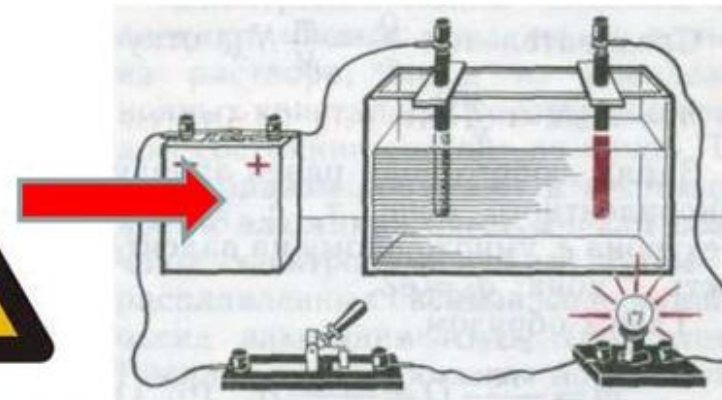


Электрический ток оказывает на человеческий организм воздействие:

1. *Биологическое (механическое)*



2. *Электролитическое*




3. *Термическое (тепловое)*





Биологическое действие

Проявление	Последствия	Пример
Раздражение и возбуждение тканей организма, судорожное сокращение мышц	Нарушение внутренних биологических процессов	



Название	Проявление, последствия	Пример
<h2>Механические повреждения</h2>	<p>В результате резких судорожных сокращений мышц под действием проходящего через человека тока, при произвольных мышечных сокращениях могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов, вывихи суставов, разрывы связок, переломы костей. При испуге и шоке человек может упасть с высоты и получить травму.</p>	



Электролитическое воздействие

Проявление	Последствия	Пример
Разложение различных жидкостей организма (воды, крови, лимфы) на ионы	Нарушение физико-химического состава и свойств крови, лимфы, воды.	<p>процесс разложения соли водой</p> <p>взаимодействие ионов соли с частями молекул воды</p> <p>ГИДРОЛИЗ</p> <p>в основном это процесс обратимый, но бывает необратимый, тогда в итоге образование слабого электролита</p>

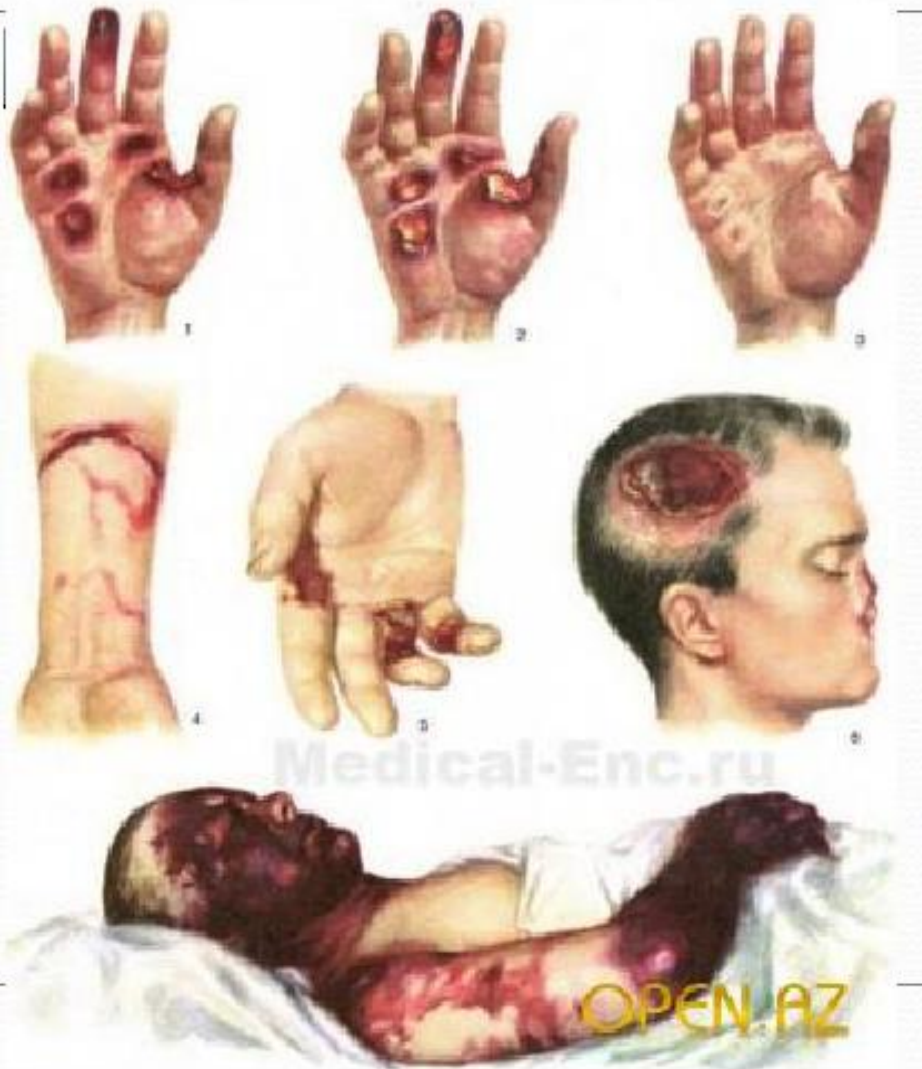


Термическое воздействие тока

Проявление	Последствия	Пример
Ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов	Функциональные расстройства	



Ставропольский государственный аграрный университет





Ставропольский государственный аграрный университет



Название	Проявление, последствия	Пример
<h2>Электроофтальмия</h2>	<p>Воспаление наружных оболочек глаз под действием потока УФО лучей, испускаемых электрической дугой. Нельзя смотреть на сварочную электродугу;</p> <p>Сильная боль, резь в глазах, временная потеря зрения, при сильном поражении лечение может быть сложным и длительным; на электрическую дугу без специальных защитных очков или масок смотреть нельзя.</p>	



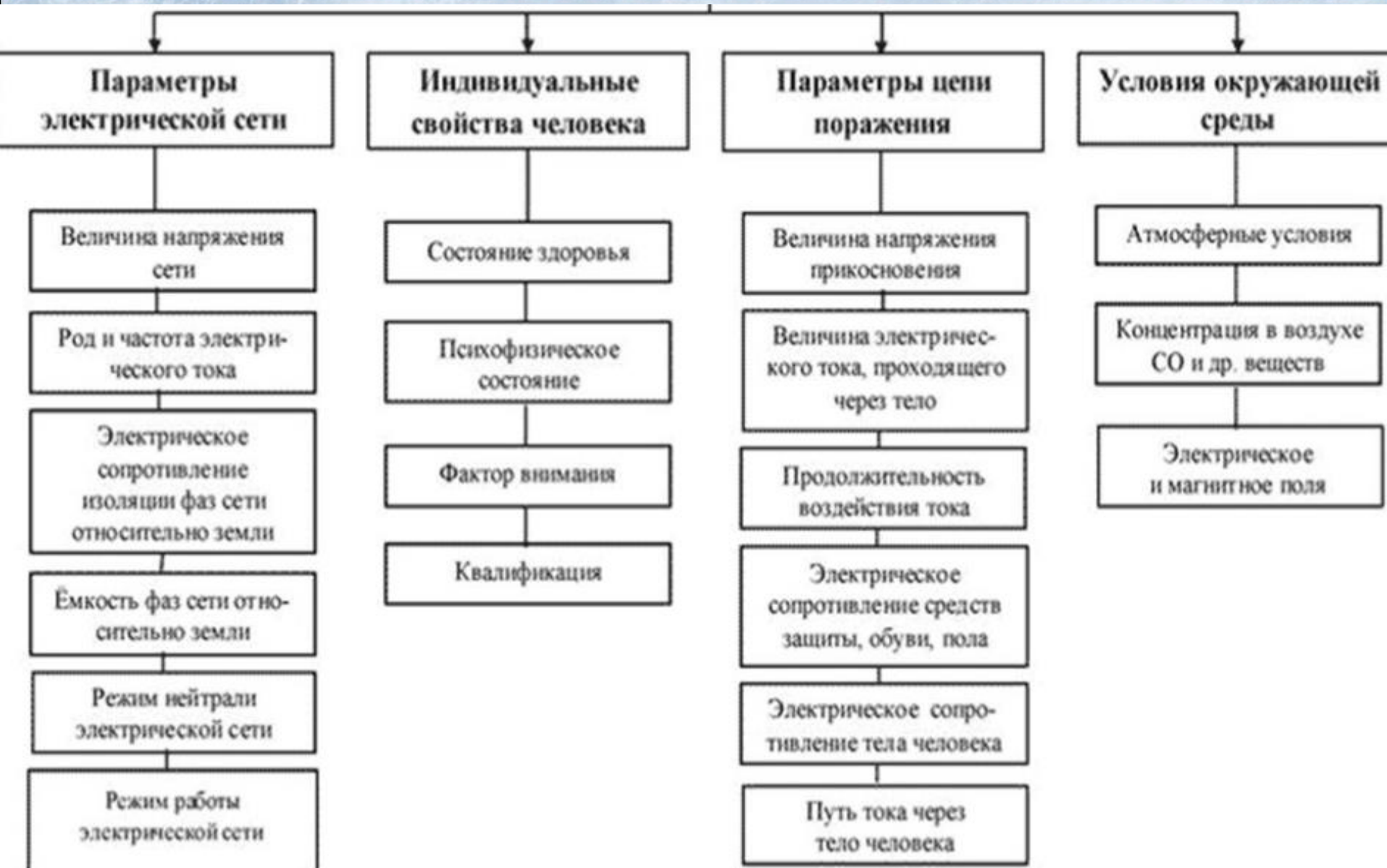
Ставропольский государственный
аграрный университет



2. Факторы, определяющие степень опасности при воздействии тока на организм человека.

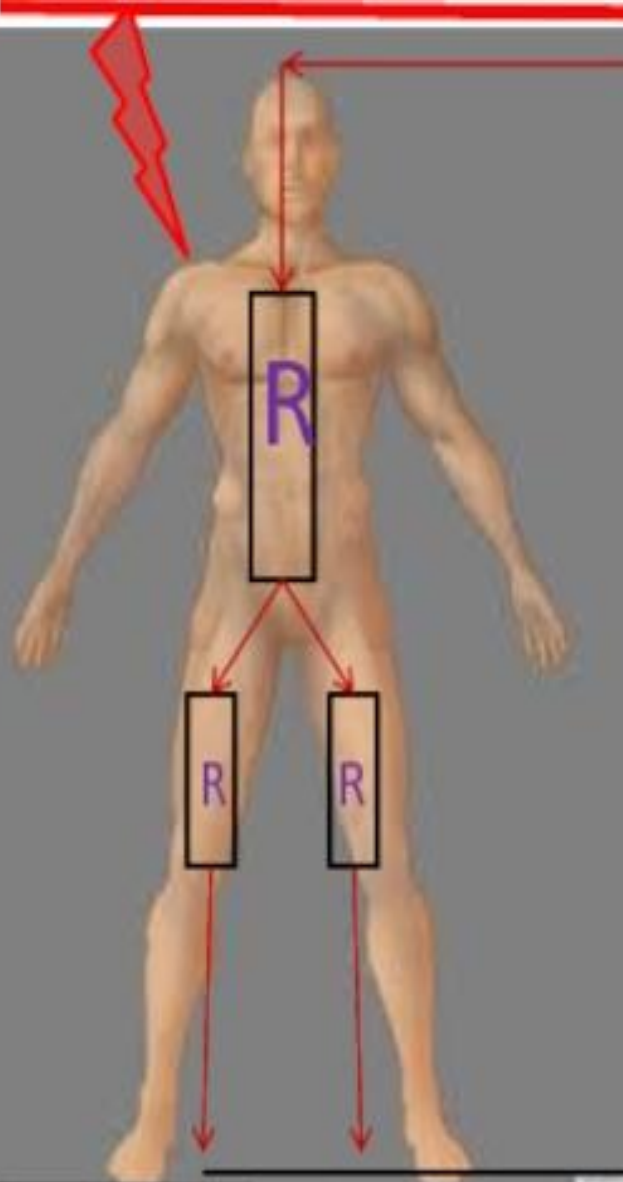


Ставропольский государственный аграрный университет





Ставропольский государственный аграрный университет



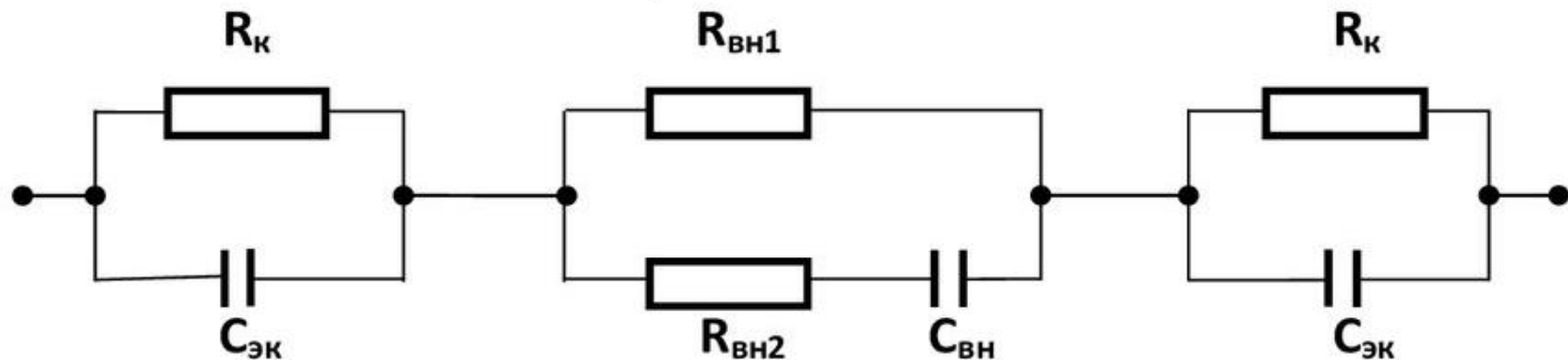
Для расчетов принята величина сопротивления тела человека = 1000 Ом

$$I = U/R$$
$$220/1000=0.22A$$

$I = 0.22$ Ампера



Эквивалентная электрическая схема тела человека



Здесь: R_K – сопротивление кожи; $C_{ЭК}$ – электроёмкость системы электрод –кожа-проводящие ткани (довольно большая – несколько микрофарад); $R_{ВН1}$ – активное сопротивление, оказываемое межклеточной проводящей жидкостью; $R_{ВН2}$ – сопротивление внутриклеточной проводящей жидкости; $C_{ВН}$ – электроёмкость внутренних тканей, обусловленная изолирующими свойствами мембран клеток (относительно $C_{ЭК}$ небольшая).

R - активное сопротивление, не зависящее от частоты тока; C – электроёмкость, имеющая реактивное сопротивление X_c :

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} X = \frac{1}{\omega C}$$



Ставропольский государственный аграрный университет



Факторы, влияющие на сопротивление человека

Время:

За 30 сек
сопротивление
человека
уменьшается на
30%

За 90 сек - на
70%

Окружающая среда:

влажность,
температура,
запыленность
окружающего
воздуха,
токопроводящие
попы и др.

Состояние человека:

состояние опьянения, состояние
нервного возбуждения, состояние
кожи (микротравмы, загрязнение,
увлажнение)



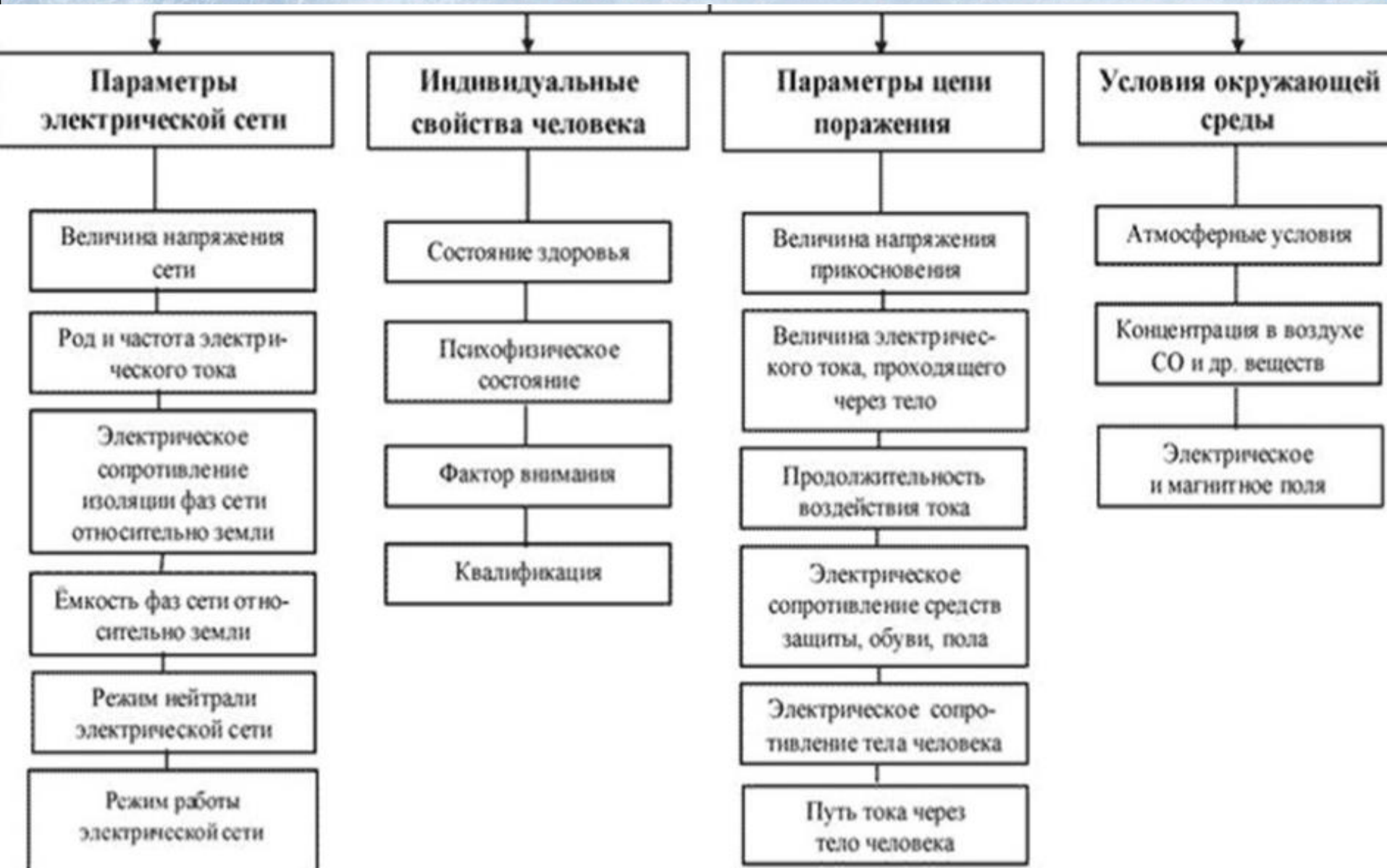
Ставропольский государственный аграрный университет



Симптомы	Переменный ток 50 Гц	Постоянный ТОК
Судороги мышц рук. Руки трудно оторвать от электродов. Не отпускающий ток	11 – 15 мА	25 – 50 мА
Сильные боли. Затруднённое дыхание. Затруднение работы сердца	15 – 25 мА	50 – 80 мА
Паралич дыхания. Начало трепетания желудочков сердца	50 – 70 мА	200 – 300 мА
Паралич дыхания. При длительном воздействии (более 3 секунд) фибрилляция сердца	70 – 380 мА	300 – 1600 мА



Ставропольский государственный аграрный университет



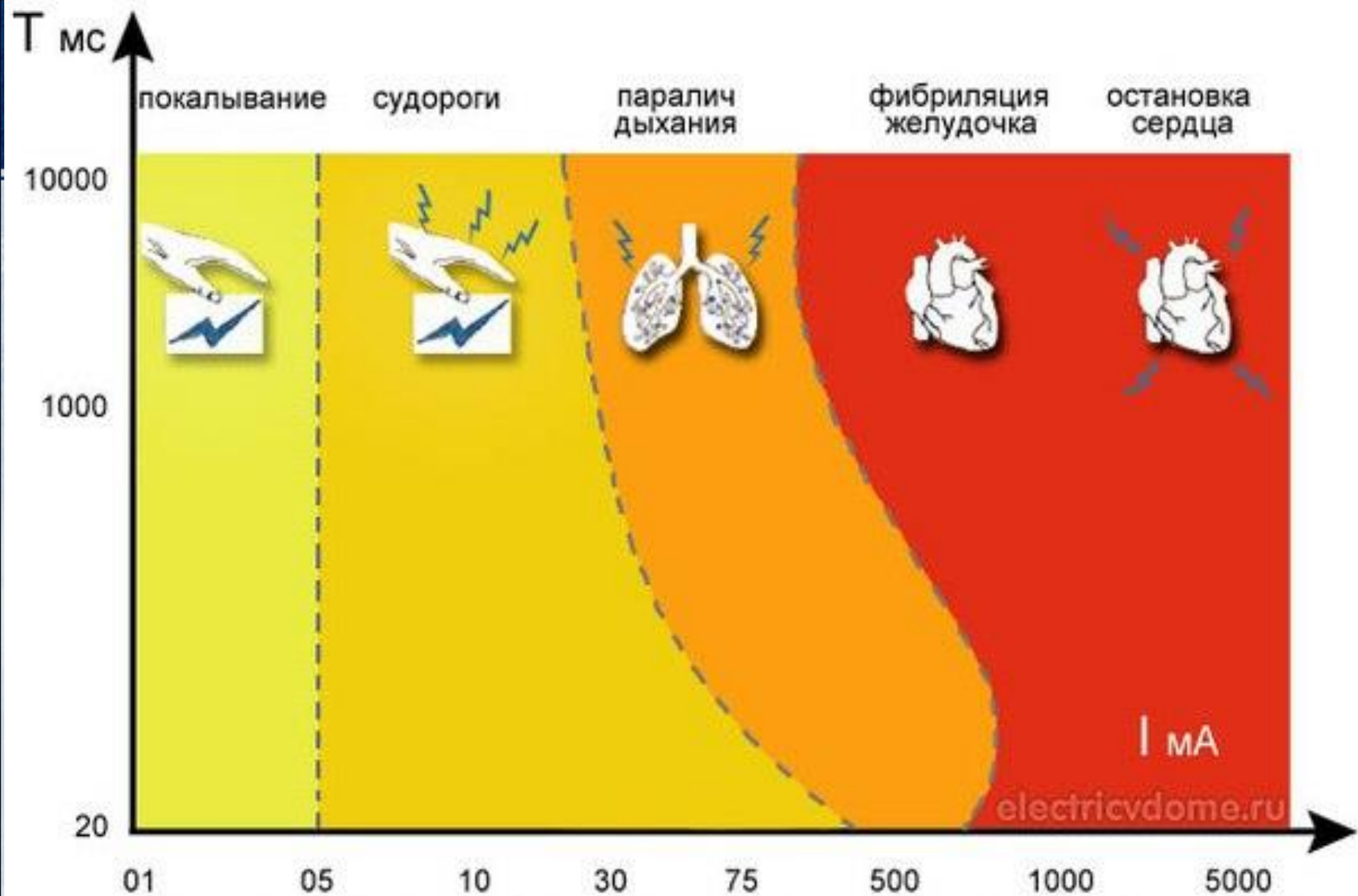


График показывающий зависимость воздействия на организм человека электрического тока (I mA) на протяжении времени (T мс)



Ставропольский государственный аграрный университет



ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЧЕЛОВЕКА

Виды воздействия

биологическое

химическое

тепловое

характер воздействия

молекулярный уровень

биологический уровень

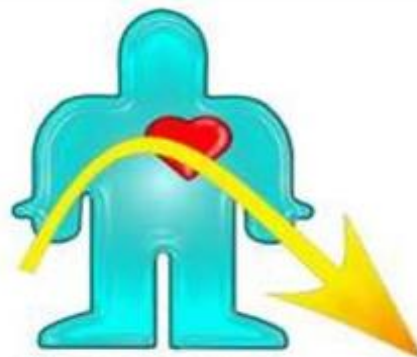
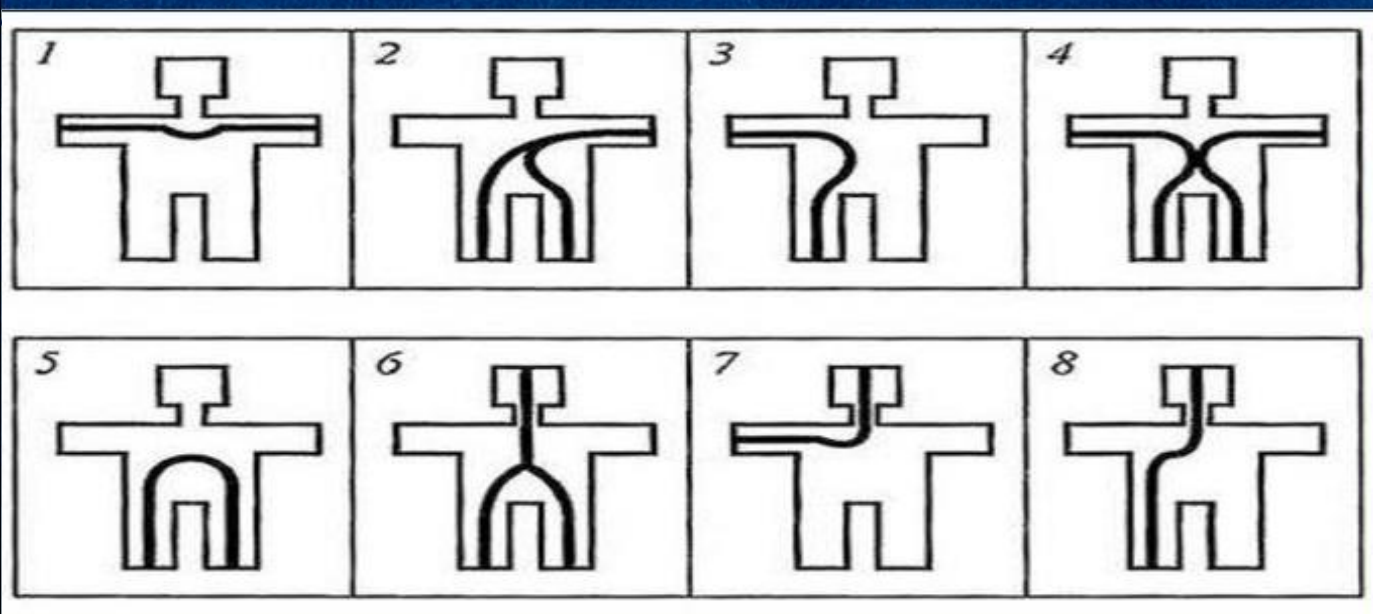
физиологический уровень



- Электрический ток **не имеет запаха, цвета и действует бесшумно.**
- Большое значение в исходе поражения имеет **путь, проходимый током в теле человека.** Поражение будет более тяжелым, если на пути тока оказываются сердце, грудная клетка, головной и спинной мозг.
- Непосредственными причинами смерти человека, пораженного электрическим током, является **прекращение работы сердца,**



Ставропольский государственный аграрный университет



Верхняя петля
прохождения тока



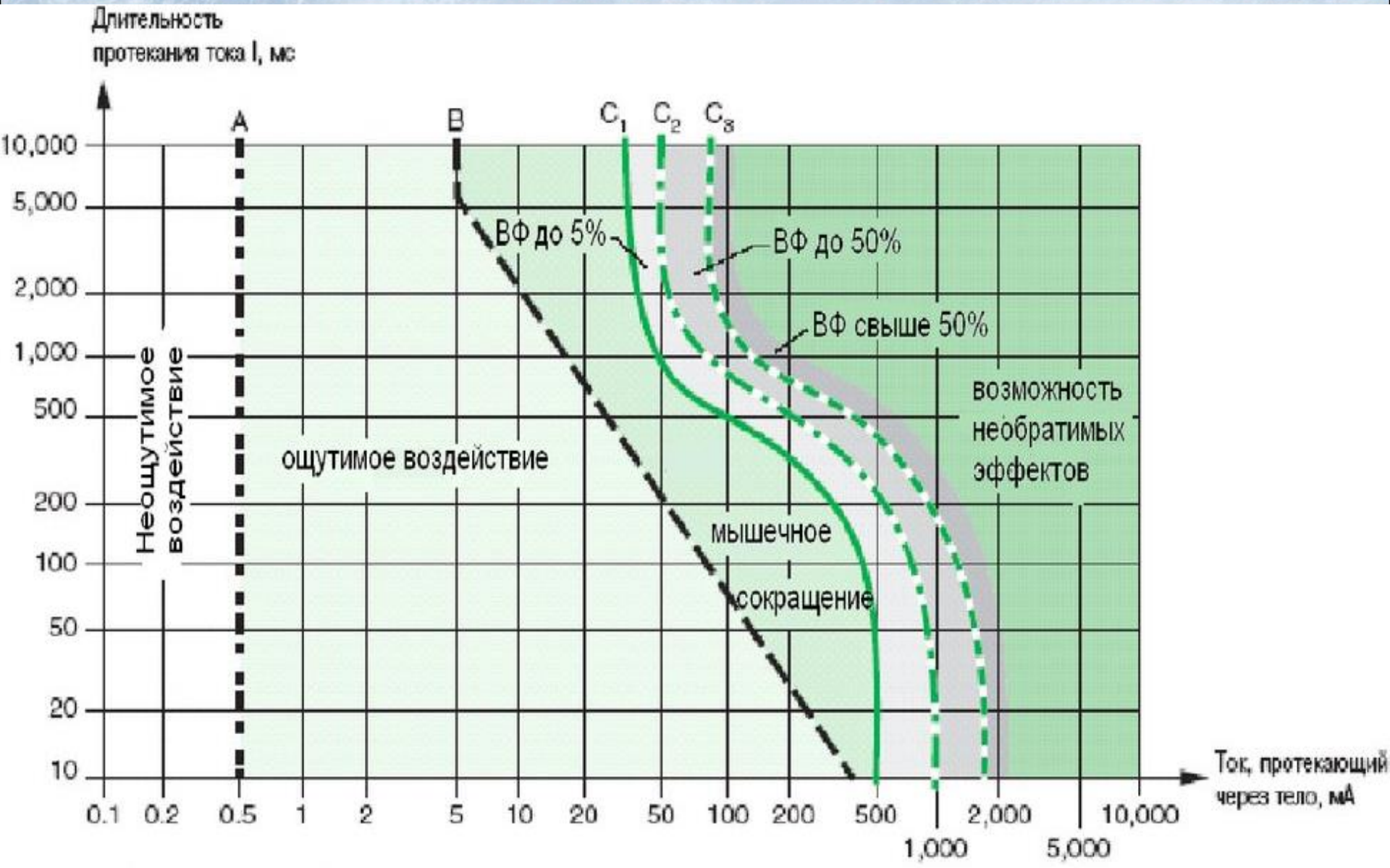
Нижняя
петля



Полная, W-образная
петля прохождения тока



Ставропольский государственный аграрный университет





Ставропольский государственный
аграрный университет



Тяжесть исхода поражения электрическим
ТОКОМ ВО МНОГОМ ЗАВИСИТ
от квалификации персонала.

Человек, обладающий достаточными знаниями
и навыками в обслуживании
электроустановок, очутившись в опасной
ситуации, способен быстро
проанализировать обстановку и принять
действенные меры для освобождения себя
или других попавших под напряжение.



Ставропольский государственный
аграрный университет



Заключение.

Работники **должны соблюдать**
правила техники безопасности,
чтобы не попасть под опасное
действие **тока** (дуги) и получить
травмы, приводящие
инвалидности или даже гибели.