

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«30» мая 2022 г.



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине (модулю)

**Б1.В.12 «Электробезопасность в электроэнергетике и электротехнике»**  
(наименование дисциплины (модуля))

**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**  
(код и наименование направления подготовки/ специальности)

**«Электроснабжение»**  
(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

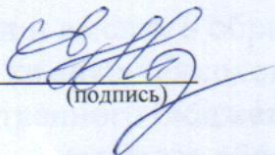
**Бакалавр**  
квалификация

**очная/заочная/очно-заочная**  
форма обучения

Нижекамск, 2022 г.

Составитель ФОС:

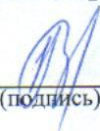
Доцент  
(должность)

  
(подпись)

Е. Н. Гаврилов  
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электротехники и энергообеспечения предприятий, протокол от 21.04.2022 г. №8.

Зав. кафедрой

  
(подпись)

Е. В. Тумаева  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Тумаева Е.В., зав. кафедрой ЭТЭОП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Ф.И.О., должность, организация, подпись



***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования  
в процессе освоения дисциплины***

Компетенция:

ПК-1 Способен разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения и оформлять техническую документацию:

ПК-1.1 Знает основные нормы, правила и положения, используемые при проектировании системы электроснабжения; классификацию, конструкции, технические характеристики оборудования системы электроснабжения

ПК-1.2 Умеет проводить технико-экономическую оценку разработанной системы электроснабжения; использовать теоретические знания на практике при проектировании системы электроснабжения

ПК-1.3 Владеет базовыми знаниями в области систем электроснабжения; навыками использования основных методов расчета для проектирования систем электроснабжения.

ПК-4 Способен руководить структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов

ПК-4.1. Знает основные принципы безопасной работы в структурном подразделении по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов

ПК-4.2 . Умеет оценивать практическую возможность безопасного использования электрооборудования в типовых производственных условиях

ПК-4.3. Владеет навыками использования современных методов и средств контроля за нормальной работой электрооборудования трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.

ПК-5 Способен выполнять работы по энергетическому обследованию оборудования электротехнических систем:

ПК-5.1. Знает основное оборудование объектов профессиональной деятельности, его параметры и характеристики, режимы работы;

ПК-5.2 . Умеет применять теоретические и практические методы определения основных параметров электрооборудования и режимов работы электротехнических систем

ПК-5.3. Владеет методами определения основных параметров электрооборудования и режимов работы электроэнергетических систем.

Для очного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-1.1	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-1.2	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-1.3	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.1	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.2	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.3	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.1	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.2	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.3	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой

Для заочного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-1.1	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-1.2	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-1.3	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.1	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.2	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.3	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.1	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.2	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.3	Тема 1-3	Тема 6-8	-	Тема 7, Тема 13	Контрольная работа/Курсовая работа/зачет с оценкой

Для очно-заочного отделения

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				<i>Наименование оценочного средства</i>
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-1.1	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-1.2	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-1.3	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.1	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.2	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-4.3	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.1	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.2	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой
ПК-5.3	Тема 1-13	Тема 3-8, Тема 10, Тема 12	-	Тема 7, Тема 13	Расчетно-графическая работа/Курсовая работа/зачет с оценкой

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

**Для очного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Расчетно-графическая работа	1	36	60
Зачет с оценкой	1	24	40
Итого:		60	100

**Для заочного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Контрольная работа	1	36	60
Зачет с оценкой	1	24	40
Итого:		60	100

**Для очно-заочного отделения**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Расчетно-графическая работа	1	36	60
Зачет с оценкой	1	24	40
Итого:		60	100

**Для очного и заочногои очно-заочного отделений**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
Курсовая работа	1	60	100



### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (незачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.



### Краткая характеристика оценочных средства

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Расчетно- графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
3	Проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умение обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке и группы обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных проектов.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический (институт) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль/Программа «Электроснабжение»

### **Расчетно-графическая работа**

по дисциплине «Электробезопасность в электроэнергетике и электротехнике»  
(для очного и очно-заочного отделения)

### **Комплект заданий для контрольной работы**

по дисциплине «Электробезопасность в электроэнергетике и электротехнике»  
(для заочного отделения)

#### **Задача 1**

Вычислите полное сопротивление тела человека  $Z_h$  (с учетом активной и емкостной составляющих), руководствуясь эквивалентными схемами полного сопротивления (рис. 11, а, б).

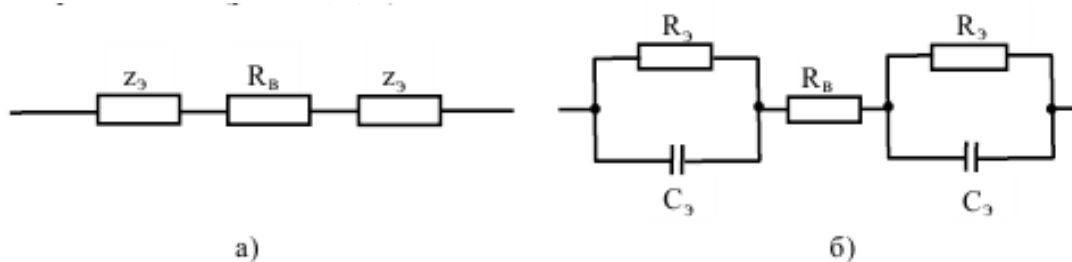


Рис. 11. К задаче 1

Известно удельное сопротивление  $\rho_z$ ; толщина слоя эпидермиса в местах приложения к телу человека металлических электродов  $d$ ; площадь прикосновения каждого из электродов к телу человека  $S$ ; диэлектрическая проницаемость эпидермиса  $\epsilon = 150$ ; сопротивление внутренних тканей тела человека  $R_B$ ; частота приложенного напряжения  $f$ .

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.1

#### **Задача 2**

Человек оказался в поле растекания тока (рис. 12). Определить возможные напряжения прикосновения и шага, если известны: ток замыкания на землю ( $I_z$ ); форма заземлителя и его размеры; удельное сопротивление грунта  $\rho$ ; расстояние от заземлителя до человека  $x$ .

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.2 и в табл. П.2.1, П.2.2.

Относительно полученных напряжений прикосновения и шага сделать вывод.

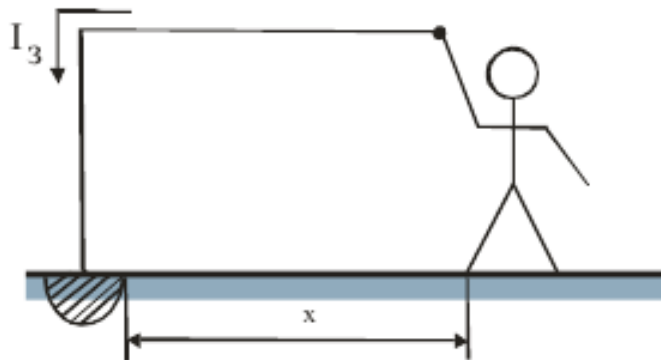


Рис. 12. К задаче 2

### Задача 3

Человек прикоснулся к фазному проводу в трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью (рис. 13). Определить ток через тело человека ( $I_h$ ) и напряжение прикосновения ( $U_{пр}$ ) если известно: фазное напряжение сети ( $U_\phi$ ); сопротивление тела человека ( $R_h$ ); сопротивление заземления нейтрали ( $r_0$ ), сопротивления изоляции проводов ( $r_A$ ;  $r_B$ ;  $r_C$ ,  $r_n$ ), емкости проводов относительно земли ( $C_A$ ;  $C_B$ ;  $C_C$ ,  $C_n$ ), сопротивление замыкания ( $r_{зм}$ ), сопротивления пола и обуви ( $r_{п}$ ;  $r_{об}$ ).

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.3.

Относительно полученного значения сделать вывод.

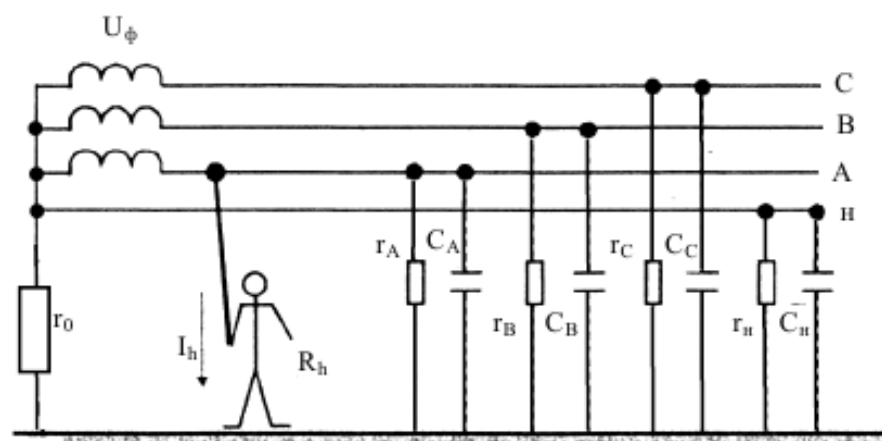


Рис. 13. К задаче 3

### Задача 4

Человек прикоснулся к фазному проводу в трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью во время замыкания другой фазы на землю (рис. 14). Определить ток через тело человека ( $I_h$ ) и напряжение прикосновения ( $U_{пр}$ ), если известно: фазное напряжение сети ( $U_\phi$ ), сопротивление тела человека ( $R_h$ ), сопротивление заземления нейтрали ( $r_0$ ), сопротивление изоляции проводов ( $r_a$ ;  $r_b$ ;  $r_c$ ,  $r_n$ ), емкости проводов относительно земли ( $C_A$ ;  $C_B$ ;  $C_C$ ,  $C_n$ ), сопротивление замыкания ( $r_{зм}$ ), сопротивления пола и обуви ( $r_{п}$ ;  $r_{об}$ ).

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.4.  
Относительно полученного значения тока  $I_h$  сделать вывод.

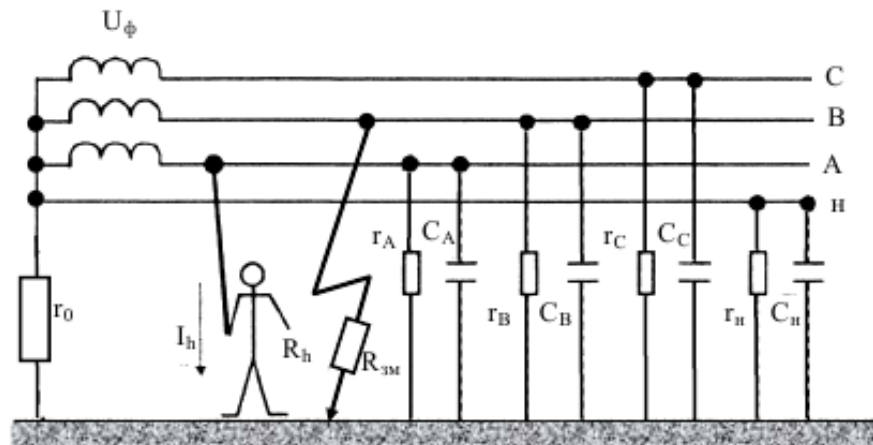


Рис. 14. К задаче 4

#### Задача 5

Человек прикоснулся к фазному проводу в трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью (рис. 15). Определить ток через тело человека ( $I_h$ ) и напряжение прикосновения ( $U_{пр}$ ), если известно: фазное напряжение сети ( $U_\phi$ ), сопротивление тела человека ( $R_h$ ), сопротивление изоляции проводов ( $r_A$ ;  $r_B$ ;  $r_C$ ,  $r_n$ ), емкости фаз относительно земли ( $C_A$ ;  $C_B$ ;  $C_C$ ,  $C_n$ ), сопротивления пола и обуви ( $r_{п}$ ;  $r_{об}$ ).

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.5.  
Относительно полученного значения тока  $I_h$  сделать вывод.

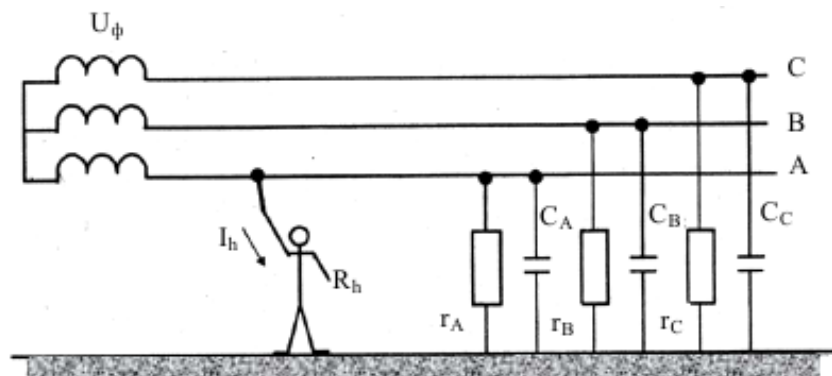


Рис. 15. К задаче 5

### Задача 6.

Человек прикоснулся к фазному проводу в трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью (рис. 16). Определить ток через тело человека ( $I_h$ ) и напряжение прикосновения ( $U_{пр}$ ), если известно: фазное напряжение сети ( $U_\phi$ ), сопротивление тела человека ( $R_h$ ), сопротивления изоляции проводов ( $r_A$ ;  $r_B$ ;  $r_C$ ), емкости фаз относительно земли ( $C_A$ ;  $C_B$ ;  $C_C$ ), сопротивление замыкания ( $r_{зм}$ ), сопротивления пола и обуви ( $r_{п}$ ;  $r_{об}$ ).

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.6.

Относительно полученного значения тока  $I_h$  сделать вывод.

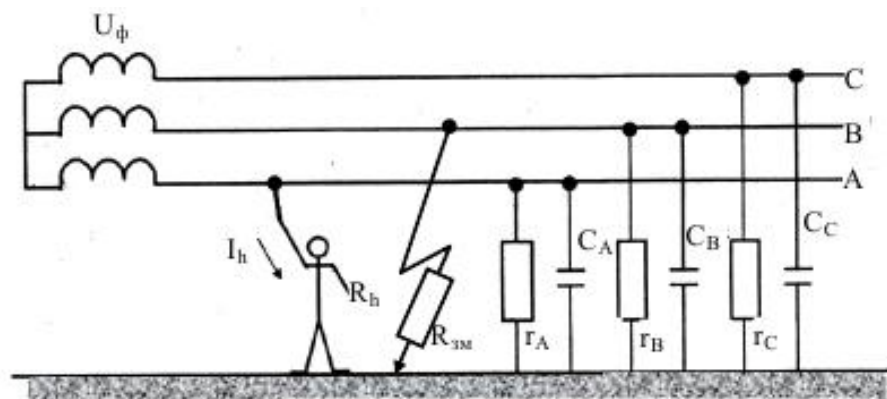


Рис. 16. К задаче 6

### Задача 7

Стоя на земле, человек прикоснулся к одному из проводов однофазной двухпроводной сети, изолированной от земли в нормальном режиме ее работы (рис. 17).

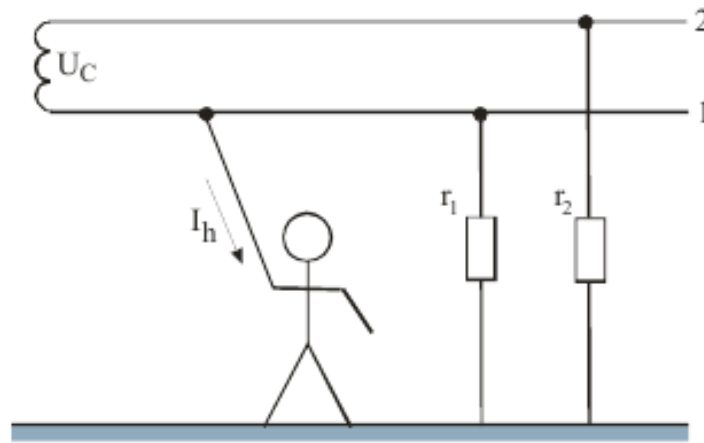


Рис. 17. К задаче 7

Определить ток через тело человека  $I_h$  и напряжение прикосновения  $U_{пр}$ , если известно напряжение сети  $U_C$ , сопротивления проводов  $r_1$  и  $r_2$ , сопротивление тела человека  $R_h$ . Принять сопротивление основания, а также емкость проводов сети относительно земли равными нулю.

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.7.

Относительно полученного значения тока  $I_h$  сделать вывод.

#### Задача 8.

Стоя на земле, человек прикоснулся к проводу с неповрежденной изоляцией однофазной двухпроводной сети, изолированной от земли, во время замыкания другого провода на землю (рис. 18).

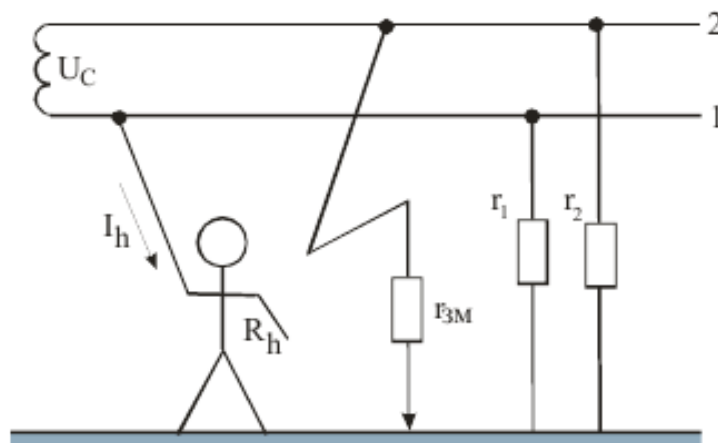


Рис. 18. К задаче 8

Определить ток через тело человека  $I_h$  и напряжение прикосновения  $U_{пр}$ , если известно напряжение сети  $U_C$ , сопротивления проводов до замыкания на землю  $r_1$  и  $r_2$ , сопротивление замыкания провода на землю  $r_{зм}$ . Принять сопротивление основания, а также емкость проводов сети относительно земли равными нулю.

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл. П.1.7.

Относительно полученного значения тока  $I_h$  сделать вывод.

Таблица П.1.1

Исходные данные к задаче 1

№ варианта	$\rho_z$ , Ом · м	d, мм	S, см <sup>2</sup>	R <sub>в</sub> , Ом	f, Гц
1	800	0,18	2	400	50
2	850	0,20	3	450	50
3	900	0,22	4	500	50
4	950	0,24	5	550	50
5	1000	0,26	6	600	50
6	1050	0,28	7	650	50
7	1100	0,30	8	700	50
8	800	0,32	9	750	50
9	850	0,30	10	800	50
10	900	0,28	11	850	50
11	950	0,26	12	900	50
12	1000	0,24	13	950	50
13	1050	0,22	14	1000	50
14	1100	0,20	15	1050	400
15	800	0,18	16	1100	400
16	850	0,32	17	400	400
17	900	0,30	18	450	400
18	950	0,28	19	500	400
19	1000	0,26	20	550	400
20	1050	0,24	2	600	400
21	1100	0,22	3	650	400
22	800	0,20	4	700	400
23	850	0,18	5	750	400
24	900	0,20	6	800	400
25	950	0,22	7	850	400



Таблица П.1.2

## Исходные данные к задаче 2

№ вари- анта	I, А	Грунт	Х, м	Тип заземлителя	Размеры заземлителя		
					l, м	d, м	D, м
1	11	Глина	4	Стержневой у поверхности земли	1	0,01	—
2	13		5		2	0,02	
3	14		6		3	0,03	
4	15	Песок	7		4	0,04	
5	16		8		5	0,05	
6	17		9		4	0,06	
7	10		10		2	0,07 0,08	
8	9		11		1	0,09	
9	8	Супесок	12	Протяженный стержень на поверхности земли	15	0,10	—
10	4		13		16	0,15	
11	5		14		17	0,20	
12	6		15		18	0,25	
13	7		16		19	0,30	
14	20	Суглинок	17		20	0,05	
15	19		18		21	0,10	
16	21		10		22	0,05	
17	3	Торф	9	Круговая пластина на поверхности земли	—	—	1
18	2		8				2
19	18		7				3
20	17		6				4
21	16		5				5
22	15	Чернозем	4				6
23	14		3				7
24	13		2				8
25	12		1				1

Таблица П.1.3

## Исходные данные к задаче 3

№ ва- ри- ан- та	U <sub>ф</sub> , В	R <sub>н</sub> , Ом	r <sub>0</sub> , Ом	r <sub>А</sub> , кОм	r <sub>В</sub> , кОм	r <sub>С</sub> , кОм	r <sub>н</sub> , кОм	C <sub>А</sub> , мкФ	C <sub>В</sub> , мкФ	C <sub>С</sub> , мкФ	C <sub>н</sub> , мкФ	r <sub>п</sub> , кОм	r <sub>об</sub> , кОм
1	220	1500	10	10	12	11	13	0,030	0,035	0,030	0,031	—	1
2	220	1400	10	12	10	13	11	0,032	0,035	0,031	0,030	—	3
3	220	1600	10	15	14	16	17	0,040	0,041	0,040	0,045	—	4
4	220	1700	10	18	19	17	16	0,045	0,043	0,044	0,039	—	5
5	220	1800	10	14	15	16	13	0,038	0,039	0,042	0,035	—	6
6	220	1900	10	21	19	18	17	0,060	0,058	0,061	0,057	—	7
7	220	2000	10	32	31	30	21	0,070	0,072	0,069	0,070	—	—
8	220	1300	10	18	17	19	16	0,065	0,071	0,073	0,066	3	—
9	127	1200	4	16	14	15	13	0,040	0,043	0,042	0,041	4	—
10	127	1100	4	13	12	14	11	0,035	0,035	0,035	0,036	5	—
11	127	1000	4	11	12	14	10	0,041	0,042	0,043	0,040	2	—
12	127	1400	4	13	17	14	15	0,045	0,047	0,048	0,044	1	—
13	127	1600	4	16	14	17	10	0,037	0,039	0,038	0,036	—	—
14	127	1500	4	17	15	18	13	0,038	0,042	0,040	0,041	—	—
15	127	1150	4	18	17	16	14	0,052	0,049	0,050	0,051	7	4
16	127	1250	4	19	20	18	17	0,038	0,043	0,037	0,40	8	2
17	127	1155	4	18	19	17	16	0,039	0,040	0,051	0,045	9	1
18	220	1750	10	16	19	17	15	0,043	0,039	0,037	0,040	11	—
19	220	1650	10	20	17	18	17	0,038	0,036	0,039	0,040	—	7
20	220	1550	10	13	14	15	12	0,041	0,040	0,043	0,039	5	—
21	220	1450	10	11	10	10	11	0,051	0,050	0,050	0,051	6	—
22	220	1850	10	12	12	12	12	0,052	0,052	0,052	0,052	4	2
23	220	1950	10	13	13	13	13	0,055	0,055	0,055	0,055	2	3
24	127	900	4	14	15	13	13	0,061	0,059	0,058	0,058	—	4
25	127	950	4	13	15	14	16	0,059	0,057	0,560	0,058	—	5

Таблица П.1.4

## Исходные данные к задаче 4

№ ва- ри- ан- та	$U_{\phi},$ В	$r_0,$ Ом	$R_0,$ Ом	$r_A,$ кОм	$r_B,$ кОм	$r_C,$ кОм	$r_H,$ кОм	$C_A,$ мкФ	$C_B,$ мкФ	$C_C,$ мкФ	$C_H,$ мкФ	$r_n,$ кОм	$r_{об},$ кОм	$r_{зм},$ Ом
1	127	10	1100	10	12	11	13	0,030	0,035	0,030	0,031	3	—	18
2	127	10	1000	12	10	13	11	0,032	0,035	0,031	0,030	4	—	19
3	127	10	1155	13	15	14	16	0,059	0,057	0,056	0,058	5	1	21
4	127	10	1200	11	10	10	11	0,051	0,050	0,050	0,051	7	2	22
5	127	10	1250	13	13	13	13	0,055	0,055	0,055	0,055	8	—	23
6	127	10	1300	16	19	17	15	0,043	0,039	0,037	0,040	7	—	17
7	220	4	1350	20	17	18	17	0,038	0,036	0,039	0,040	6	3	18
8	220	4	1400	13	14	15	12	0,041	0,040	0,043	0,039	4	4	16
9	220	4	1450	19	20	18	17	0,038	0,043	0,037	0,040	—	4	14
10	220	4	1500	18	19	17	16	0,039	0,040	0,051	0,045	—	5	15
11	127	4	1325	18	17	16	14	0,052	0,049	0,050	0,051	—	7	13
12	127	4	1650	13	17	14	15	0,045	0,047	0,048	0,044	—	6	12
13	127	4	1700	15	14	16	17	0,040	0,041	0,040	0,045	—	8	11
14	220	10	1450	18	19	17	16	0,045	0,043	0,044	0,039	—	—	9
15	220	10	1550	14	15	16	13	0,038	0,039	0,042	0,035	—	—	10
16	220	10	1500	21	19	18	17	0,060	0,058	0,061	0,057	—	9	8
17	127	10	1600	31	30	32	27	0,070	0,072	0,069	0,070	1	2	7
18	127	4	1700	18	17	19	16	0,065	0,071	0,073	0,066	3	3	5
19	127	4	1450	16	14	15	13	0,040	0,043	0,042	0,041	5	3	24
20	127	4	1100	13	12	14	11	0,035	0,036	0,035	0,036	7	4	25
21	127	4	1150	13	17	14	15	0,045	0,047	0,048	0,044	6	2	27
22	127	4	1200	16	14	17	10	0,037	0,039	0,038	0,036	4	—	81
23	220	4	1800	17	15	18	13	0,038	0,042	0,040	0,041	2	—	32
24	220	4	1900	18	17	16	14	0,052	0,049	0,050	0,051	8	—	43
25	220	4	1850	19	18	17	20	0,047	0,051	0,053	0,046	9	—	34

Таблица П.1.5

## Исходные данные к задаче 5

№ варианта	U <sub>ф</sub> , В	R <sub>н</sub> , Ом	r <sub>А</sub> , кОм	r <sub>В</sub> , кОм	r <sub>С</sub> , кОм	C <sub>А</sub> , мкФ	C <sub>В</sub> , мкФ	C <sub>С</sub> , мкФ	r <sub>ш</sub> , кОм	r <sub>об</sub> , кОм
1	220	1200	13	12	14	0,030	0,033	0,031	—	—
2	220	1250	14	16	15	0,040	0,041	0,039	—	—
3	220	1300	15	16	15	0,035	0,038	0,035	—	—
4	220	1350	14	14	14	0,030	0,030	0,030	2	—
5	220	1400	15	15	15	—	—	—	2	3
6	220	1450	13	15	14	0,050	0,055	0,053	—	—
7	127	1300	—	—	—	0,300	0,300	0,300	3	2
8	127	1250	16	17	16	0,040	0,042	0,040	—	—
9	127	1200	17	15	15	0,045	0,040	0,043	—	—
10	127	1150	14	15	14	0,043	0,045	0,043	—	1
11	127	1100	—	—	—	0,040	0,040	0,040	3	1
12	127	1050	17	17	17	—	—	—	4	3
13	220	1500	18	19	17	0,710	0,069	0,073	—	—
14	220	1550	17	16	18	0,058	0,055	0,059	—	—
15	220	1600	16	16	16	0,040	0,040	0,040	3	1
16	220	1650	17	18	17	0,063	0,064	0,063	—	—
17	220	1700	—	—	—	0,400	0,400	0,400	3	2
18	220	1750	20	20	20	—	—	—	1	2
19	127	1000	21	20	19	0,081	0,079	0,077	—	—
20	127	950	18	17	19	0,049	0,051	0,047	—	—
21	127	900	17	15	16	0,061	0,063	0,060	—	—
22	127	650	14	13	15	0,047	0,044	0,048	—	—
23	127	800	16	17	17	0,051	0,053	0,053	—	—
24	127	750	18	18	18	—	—	—	1	2
25	220	1600	—	—	—	0,043	0,430	0,430	1,5	2,5

Таблица П.1.6

## Исходные данные к задаче 6

№ варианта	U <sub>ф</sub> , В	R <sub>н</sub> , Ом	r <sub>зм</sub> , Ом	r <sub>А</sub> , кОм	r <sub>В</sub> , кОм	r <sub>С</sub> , кОм	C <sub>А</sub> , мкФ	C <sub>В</sub> , мкФ	C <sub>С</sub> , мкФ	r <sub>п</sub> , кОм	r <sub>об</sub> , кОм
1	127	900	100	19	17	17	0,047	0,051	0,053	–	1
2	127	850	91	18	17	16	0,052	0,049	0,050	–	2
3	127	800	87	17	15	18	0,038	0,042	0,040	–	1
4	127	750	78	16	14	17	0,037	0,042	0,040	–	3
5	127	750	67	13	17	14	0,045	0,047	0,048	–	2
6	127	650	55	13	12	14	0,035	0,036	0,035	–	1
7	127	600	47	10	12	11	0,030	0,035	0,030	–	3
8	220	950	49	11	10	13	0,032	0,035	0,031	3	–
9	220	1000	81	13	15	14	0,059	0,057	0,056	2	–
10	220	1050	71	11	10	10	0,051	0,050	0,050	1	–
11	220	1100	69	16	14	15	0,040	0,043	0,042	3	–
12	220	1150	40	18	17	19	0,065	0,071	0,073	4	–
13	220	1200	41	31	30	32	0,070	0,072	0,069	2	–
14	220	1250	39	21	19	18	0,060	0,058	0,061	3	–
15	127	1300	37	14	15	16	0,038	0,039	0,042	2	–
16	127	1250	35	18	19	17	0,045	0,043	0,044	–	4
17	127	1200	33	13	17	14	0,045	0,047	0,048	–	5
18	127	1150	31	15	14	16	0,040	0,041	0,040	–	4
19	127	1100	29	18	17	16	0,052	0,049	0,050	–	3
20	127	1050	25	18	18	17	0,039	0,040	0,051	–	3
21	127	1000	23	19	20	18	0,038	0,043	0,037	–	2
22	220	1350	21	13	14	15	0,041	0,040	0,043	4	–
23	220	1400	19	20	17	18	0,038	0,036	0,039	5	–
24	220	1450	17	16	19	17	0,043	0,039	0,037	3	–
25	220	1500	11	13	13	13	0,055	0,055	0,055	3	–

Таблица П.1.7

Исходные данные к задачам 7 и 8

№ варианта	$U_c$ , В	$R_h$ , Ом	$r_1$ , кОм	$r_2$ , кОм	$r_{3м}$ , Ом
1	127	600	60	10	100
2	127	650	50	20	90
3	127	700	40	30	80
4	127	750	30	40	70
5	127	800	20	50	60
6	127	850	10	60	50
7	220	900	10	60	40
8	220	950	20	50	30
9	220	1000	30	40	20
10	220	1050	40	30	10
11	220	1100	50	20	0
12	220	1150	60	10	10
13	380	1200	10	60	20
14	380	1150	20	50	30
15	380	1100	30	40	40
16	380	1050	40	30	50
17	380	1000	50	20	60
18	380	950	60	10	70
19	660	900	5	60	80
20	660	850	10	50	90
21	660	800	20	40	100
22	660	750	30	30	110
23	660	700	40	20	120
24	660	650	50	10	130
25	660	600	60	5	100

Таблица П.1.8

## Исходные данные к задаче 9

№ варианта	$U_c$ , В	$R_{lh}$ , Ом	$L$ , м	$S$ , мм <sup>2</sup>	$\Delta L$ , м	$r_3$ , Ом	$P$ , кВт
1	127	1500	50	4	20	8	0,6
2	127	1400	60	4	25	8	1,1
3	127	1300	70	6	30	8	2,2
4	127	1200	80	6	35	8	4,0
5	127	1100	90	10	20	8	7,5
6	220	1000	100	10	30	4	10,0
7	220	900	110	16	35	4	13,0
8	220	800	120	16	40	4	17,0
9	220	900	130	25	30	4	22,0
10	220	1000	120	25	35	4	30,0
11	380	1100	110	16	20	2	37,0
12	380	1200	100	16	30	2	45,0
13	380	1300	90	16	35	2	55,0
14	380	1400	80	16	20	2	75,0
15	380	1500	70	16	25	2	90,0
16	660	1400	60	25	15	2	110,0
17	660	1300	50	25	10	2	132,0
18	660	1200	130	25	20	2	160,0
19	660	1100	120	25	25	2	200,0
20	660	1000	110	25	30	2	250,0
21	127	950	100	6	35	8	1,5
22	127	800	90	6	25	8	5,5
23	220	900	80	10	20	4	10,0
24	220	1000	70	10	15	4	13,0
25	380	1100	60	25	10	2	7,5

**Максимальный балл за расчетно-графическую (контрольную) работу составляет 60, минимальный балл 36.**



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический (институт) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль «Электроснабжение»

**Вопросы к зачету с оценкой**  
**По дисциплине**  
**«Электробезопасность в электроэнергетике и электротехнике»**

1. Виды поражения электрическим током. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.
2. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током. Классификация помещений по характеру окружающей среды.
3. Влияние режима нейтрали и сопротивления изоляции сети на условия электробезопасности в электроустановках.
4. Напряжение прикосновения и шага. Выравнивание потенциалов заземлителей.
5. Изоляция электроустановок и ее контроль. Применение малых напряжений.
6. Электрическое разделение сетей и компенсация емкостных токов замыкания на землю.
7. Защита от перетока высокого напряжения в цепь низкого напряжения. Выравнивание потенциала основания.
8. Назначение и выполнение защитного заземления.
9. Назначение и выполнение защитного зануления.
10. Назначение и выполнение защитного отключения. УЗО реагирующие на напряжение корпуса и на ток замыкания на корпус электроустановки.
11. Назначение и выполнение защитного отключения. УЗО реагирующие на напряжение и ток нулевой последовательности.
12. Типы режимов заземления нейтрали электрических сетей. Электрическая сеть TN-C и условия электробезопасности.
13. Типы режимов заземления нейтрали электрических сетей. Электрическая сеть TN-S и TN-C-S, условия электробезопасности.
14. Типы режимов заземления нейтрали электрических сетей. Электрическая сеть TT и условия электробезопасности.
15. Типы режимов заземления нейтрали электрических сетей.

Электрическая сеть ИТ и условия электробезопасности.

16. Статическое электричество и меры борьбы с ним.

17. Защита от электромагнитных полей промышленной частоты.

18. Требования к персоналу обслуживающему электроустановки.

Обучение персонала правилам техники безопасности

19. Осмотр электроустановок и переключения в электрических схемах.

Категории работ в действующих электроустановках.

20. Наряд и его оформление. Порядок выдачи наряда.

21. Допуск по наряду, надзор и оформление перерывов в работе.

22. Окончание работы, сдача-приемка рабочего места, закрытие наряда.

23. Отключение установки с проведением мер, предотвращающих ошибочную подачу напряжения к месту работы. Вывешивание плакатов и ограждение рабочего места.

24. Проверка отсутствия напряжения, наложение и снятие заземления.

25. Производство работ по предотвращению аварий и ликвидации их последствий.

26. Классификация и конструкция защитных средств.

27. Контроль за состоянием и испытание средств защиты.

28. Меры безопасности при обслуживании трансформаторов.

29. Меры безопасности при обслуживании электродвигателей.

30. Меры безопасности при обслуживании коммутационных аппаратов.

31. Меры безопасности при обслуживании конденсаторных установок.

32. Назначение молниезащиты. Требования к выполнению молниезащиты зданий и сооружений I категории.

33. Назначение молниезащиты. Требования к выполнению молниезащиты зданий и сооружений II категории.

34. Назначение молниезащиты. Требования к выполнению молниезащиты зданий и сооружений III категории.

35. Назначение молниезащиты. Конструкции молниеотводов.

36. Освобождение человека от действия электрического тока.

37. Оказание первой медицинской помощи на месте происшествия.

38. Оказание первой медицинской помощи при внезапной смерти.

39. Оказание первой медицинской помощи при состоянии комы.

40. Оказание первой медицинской помощи при артериальном кровотечении.

41. Оказание первой медицинской помощи при ранении конечностей.

42. Оказание первой медицинской помощи при термических ожогах.

43. Оказание первой медицинской помощи при обмороке.

44. Оказание первой медицинской помощи при травме глаз.

**Максимальный балл к зачету с оценкой составляет 40, минимальный балл 24.**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический (институт) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий  
Кафедра электротехники и энергообеспечения предприятий*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль «Электроснабжение»

**Задание на курсовую работу**  
**(для очного и заочного и очно-заочного отделений)**  
По дисциплине  
«Электробезопасность в электроэнергетике и электротехнике»

1. Рассчитать молниезащиту: определить тип защиты, ее зону и параметры. Определить вероятность поражения объекта молнией.

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл.1

2. Рассчитать заземляющее устройство (ЗУ) в электроустановках (ЭУ) с изолированной нейтралью (ИН):

- определить расчетный ток замыкания на землю  $\{I_3\}$  и сопротивление ЗУ ( $R_3$ );
- определить расчетное сопротивление грунта ( $\rho_p$ );
- выбрать электроды и рассчитать их сопротивление;
- уточнить число вертикальных электродов и разместить их на плане.

Исходные данные для различных вариантов приведены в табл.2

Таблица 1

Вариант	Тип м/з	Зона	$h_{\Sigma}$ , м	$B$ , м	$h_1$ , м	$h_2$ , м	$L$ , м	$a$ , м	$t_{\text{ср}}$ , ч/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1С	А	20	15	40	—	—	—	110
2	2С	Б	20	20	50	50	50	60	100
3	2С	А	20	20	30	50	40	—	20
4	1Т	Б	15	—	32	—	40	—	30
5	2Т	А	15	—	32	32	20	40	40
6	2Т	Б	15	—	32	22	25	30	90
7	1С	Б	20	15	40	—	—	—	80
8	2С	А	10	12	45	25	50	—	50
9	2С	А	10	12	30	30	45	—	60
10	1Т	А	8	—	22	—	30	—	70
11	2Т	Б	8	—	22	27	30	45	110
12	2Т	Б	8	—	17	17	30	35	70
13	1С	А	12	10	35	—	—	—	100
14	2С	Б	15	15	50	50	35	—	60
15	2С	Б	15	15	50	40	40	—	20
16	1Т	А	16	—	27	—	40	—	50
17	2Т	А	12	—	22	27	35	20	30
18	2Т	Б	12	—	27	27	35	25	80
19	1С	А	25	30	60	—	—	—	40
20	2С	Б	16	20	50	40	50	—	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	2С	А	16	20	50	50	40	—	90
22	1Т	А	12	—	27	—	30	—	40
23	2Т	Б	8	—	17	22	25	30	80
24	2Т	Б	8	—	27	27	25	20	30
25	1С	А	15	20	50	—	—	—	50
26	2С	Б	16	12	40	40	50	—	20
27	2С	Б	12	16	40	30	50	—	60
28	1Т	А	16	—	27	—	60	—	100
29	1С	Б	20	20	50	—	—	—	80
30	2Т	А	10	—	22	22	25	40	90

Таблица 2

Вариант	ЛЭП, км		ТП — $\frac{V_1}{V_2}$ ; кВ	Грунт, $\rho$ , Ом · м	$A \times B$ , м	$t$ , м	Вид ЗУ	Клим. зона	Искусственные заземлители, размер, мм	
	$L_{\text{эл}}$	$L_{\text{кл}}$							В	Г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	15	5	$\frac{35}{0,4}$	Песок 800	$18 \times 8$	0,5	К	IV	Стальной уголок $50 \times 50 \times 5$ $L = 2,5$ м	Полоса $40 \times 4$
2	20	—	$\frac{20}{0,4}$	Супесь 300	$15 \times 10$	0,6	Р	III		
3	—	3	$\frac{10}{0,4}$	Щебень 200	$10 \times 8$	0,7	К	II		
4	5	1	$\frac{6}{0,4}$	Суглинок 100	$12 \times 10$	0,7	Р	I		
5	3	—	$\frac{3}{0,4}$	Чернозем 50	$10 \times 10$	0,6	К	II	Круглая сталь $d = 12$ $L = 5$ м	Пру- ток $d = 10$
6	—	5	$\frac{35}{0,65}$	Глина 40	$18 \times 10$	0,5	Р	III		
7	15	1	$\frac{20}{0,65}$	Торф 20	$16 \times 8$	0,5	К	IV		
8	8	2	$\frac{10}{0,65}$	Песок 800	$15 \times 8$	0,6	Р	IV	Стальной уголок $60 \times 60 \times 6$ $L = 3$ м	Пру- ток $d = 12$
9	6	—	$\frac{6}{0,65}$	Супесь 300	$12 \times 8$	0,7	К	III		
10	—	2	$\frac{3}{0,65}$	Щебень 200	$10 \times 9$	0,7	Р	II		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	25	1	$\frac{35}{0,23}$	Суглинок 100	$20 \times 10$	0,6	К	I	Стальной уголок $60 \times 60 \times 6$ $L = 3$ м	Пру- ток $d = 12$
12	10	5	$\frac{20}{0,23}$	Чернозем 50	$15 \times 12$	0,5	Р	I	Труба стальная $d = 60$ $L = 2,5$ м	Полоса $40 \times 4$
13	10	—	$\frac{10}{0,23}$	Глина 40	$15 \times 8$	0,5	К	II		
14	—	6	$\frac{6}{0,23}$	Торф 20	$12 \times 6$	0,6	Р	III		
15	2	—	$\frac{3}{0,23}$	Песок 800	$10 \times 10$	0,7	К	IV		
16	—	10	$\frac{20}{0,4}$	Супесь 300	$15 \times 12$	0,7	Р	IV	Стальной уголок $75 \times 75 \times 8$ $L = 3$ м	Полоса $40 \times 4$
17	4	5	$\frac{10}{0,4}$	Щебень 200	$16 \times 10$	0,6	К	III		
18	5	—	$\frac{6}{0,4}$	Суглинок 100	$10 \times 8$	0,5	Р	II		
19	—	2,5	$\frac{3}{0,4}$	Чернозем 50	$12 \times 10$	0,5	К	I		
20	15	4	$\frac{20}{0,65}$	Глина 40	$18 \times 10$	0,6	Р	I	Круглая сталь $d = 15$ $L = 6$ м	Пру- ток $d = 12$
21	9	1	$\frac{10}{0,65}$	Торф 20	$18 \times 8$	0,7	К	IV		
22	4	2	$\frac{6}{0,65}$	Песок 800	$16 \times 10$	0,7	Р	III		
23	1	2	$\frac{3}{0,65}$	супесь 300	$12 \times 8$	0,6	К	II		
24	5	5	$\frac{10}{0,23}$	щебень 200	$15 \times 12$	0,5	Р	I	Круглая сталь $d = 16$ $L = 5$ м	Полоса $40 \times 4$
25	3	3	$\frac{6}{0,23}$	Суглинок 100	$12 \times 10$	0,5	К	I		

Максимальный балл за расчетно-графическую работу составляет 100, минимальный балл 60.