

## СОДЕРЖАНИЕ

Змиева К.А. Моделирование сети электроснабжения промышленного предприятия с использованием постоянного тока . . . . .	2
Джэндубаев А.-З.Р., Барахоев Р.Ю., Джэндубаев Э.А.-З. Математическое моделирование классической машины двойного питания с промежуточным ротором и конденсаторным самовозбуждением . . . . .	10
Абдуллаев Я.Р., Керимзаде Г.С., Мамедова Г.В., Пириева Н.М. Проектирование электрических аппаратов с индукционными левитационными элементами . . . . .	16
Мустафаев Р.И., Гасанова Л.Г. Исследование динамики ВЭУ, оснащенных синхронными генераторами с постоянными магнитами . . . . .	23
Ананьев С.С., Голубев А.Н., Мартынов В.А., Карачев В.Д., Алейников А.В. Построение электроприводов переменного тока с пониженным уровнем шумов . . . . .	30
Менакер К.В., Цветаева А.С. Создание ударного контура возбуждения импульсного резонансного преобразователя мощности . . . . .	36
Зайцева Н.М., Исабекова Б.Б., Клефель М.Я. Определение параметров грунта для расчета его удельного электрического сопротивления . . . . .	41
Молодцов В.С., Молодцов М.В. Определённость действительной и мнимой частей комплексных матриц электрической сети . . . . .	48
Веселов П.А., Тулупов В.Д. Оценка возможностей улучшения эксплуатационных показателей поездов метрополитена . . . . .	52
Воронин П.А., Воронин И.П. Мощные преобразователи с резонансной коммутацией на стороне постоянного тока . . . . .	56
Тарарыкин С.В., Копылова Л.Г., Тихомирова И.А. Структурно-параметрический синтез и оптимизация регуляторов селективно-инвариантных электромеханических систем с гармоническим моментом нагрузки . . . . .	62

## CONTENTS

K.A. Zmieva. Modelling of DC electric power supply for the industrial enterprise . . . . .	2
A.-Z.R. Dzhendubaev, R.Yu. Barakhoev, E.A.-Z. Dzhendubaev. The mathematical model of classic doubly led induction generator with intermediate rotor and capacitor self-excitation . . . . .	10
Ya.R. Abdullaev, G.S. Kerimzade, G.V. Mamedova, N.M.Piriyeva. Design of electric devices with induction levitation elements . . . . .	16
R.I. Mustafayev, L.G. Gasanova. The modeling and investigation of the dynamics of wind turbines equipped with synchronous generators with permanent magnets . . . . .	23
S.S. Ananyev, A.N. Golubev, V.A. Martynov, V.D. Karachev, A.V. Aleynikov. Designing of alternating current drive with reduced noise level . . . . .	30
K.V. Menaker, A.S. Tsvetaeva. Creation of a shock contour of excitement of the pulse resonant converter of power . . . . .	36
N.M. Zaitseva, B.B. Isabekova, M.Ya. Kleffel. Determination of parameters of soil for calculation of its specific electric resistance . . . . .	41
V.S. Molodtsov, M.V. Molodtsov. Definition of a real and imaginary parts of a complex matrix of electric network . . . . .	48
P.A. Veselov, V.D. Tulupov. Assessment of the possibilities to improve operational performance of underground trains . . . . .	52
P.A. Voronin, I.P. Voronin. DC – side resonant switching high power converters . . . . .	61
S.V. Tararykin, L.G. Kopylova, I.A. Tikhomirova. Structural-parametric synthesis and control devices optimization of selectively invariant electromechanical systems with harmonic load torque . . . . .	62

# Определение параметров грунта для расчета его удельного электрического сопротивления

ВАНЦЕВА И. М., ИСАКЕВНА Б. В., КРИНЦЬ М. И.

Статья посвящена разработке методики, позволяющей уточнить приемные решения по защитному устройству. При проектировании защитного устройства необходимо учитывать удельное электрическое сопротивление, которое зависит от влажности, температуры и плотности грунта. Для определения влажности грунта на глубине от поверхности электродов для защиты от удара молнии, от глубины до 1 м и в зависимости от уровня грунтовых вод, от глубины до 1 м. Методом разработаны отливок металлов и металловидных сплавов, позволяющих измерять удельное электрическое сопротивление грунта в зависимости от температуры, влажности и плотности. Методы разработаны для измерения удельного электрического сопротивления грунта в зависимости от температуры, влажности и плотности. Методы разработаны для измерения удельного электрического сопротивления грунта в зависимости от температуры, влажности и плотности. Методы разработаны для измерения удельного электрического сопротивления грунта в зависимости от температуры, влажности и плотности.

**Ключевые слова:** защитное устройство, грунт, удельное электрическое сопротивление, влажность, температура, влажность, плотность, методика измерения.

Проектирование защитных устройств (ЗУ) электрических станций и подстанций производится для обеспечения безопасности и надежности их работы, которые регламентируются в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ), первая и вторая норма [1]. Проектные решения по определению сопротивления ЗУ осуществляются для защиты объекта. Для расчета сопротивления защитных устройств необходимо знать удельное электрическое сопротивление грунта  $\rho$ , которое зависит в широких пределах в зависимости от температуры  $t$ , влажности  $w$ , плотности  $d$  и вида грунта. Например, для сухого песка  $\rho = 100 \cdot 400$  (Ом м) для очень влажного  $\rho = 10 \cdot 60$  (Ом м) [2]. Из-

The article is devoted to the development of techniques that are allowing us to specify design decisions on grounding devices. At design of the grounding devices specific electric resistance is usually used, which depends on humidity, temperature and density of the soil. For determination of humidity of soil at depths of its bedding two methods are presented the first one — normally, is at depths of up to one meter, the second one — depending on the level of ground waters, is at depths below one meter. Methods have been developed on the basis of use of alloy ingots for their metallurgical analysis and physical experiments. The methods and dependencies are given for soil resistivity temperature determination, within a year and calculation of their specific electric resistance from  $t$  and  $w$ . Methodology of temperature of soils carried out on the basis of the theory of heat conductivity of alloys and metallurgical analysis data. The article demonstrates that these methods and dependencies allow us to calculate more precisely the resistance of grounding conductors at a design stage. They are presented, received in state, dependencies  $\rho$  soil from its humidity and density which give the chance to specify dynamics of resistance change of the grounding devices from the moment of their installation before full load individuality.

**Key words:** grounding devices, soil, specific electrical resistance of the soil, temperature, humidity, density, alloy ingot.

вестные формулы [2] в основном коэффициентами, рекомендуемыми ПУЭ, необходимо отметить лишь приближительные значения  $\rho$ . В [2] предложен метод, основанный на прикладной теории нечеткого множества, позволяющий определить значение  $\rho$  в зависимости от  $t$ ,  $w$  и вида грунта точнее, чем предположено, на графиках зависимости коэффициента трансформации температур температуры грунта на глубинах измерительных температур 10–15 м в среднем и 0–10 м в очень жарких, или очень холодных местностях температур до глубины 10 м) в любое время года (от таких измерений решено в [4] сформулировать метод рас-