

ISSN 0579-2983

ЭНЕРГЕТИКА

8

1979

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗДАНИЕ БЕЛОРУССКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

МИНСК

ЭНЕРГЕТИКА

8
1979
АВГУСТ

ГОД ИЗДАНИЯ 22-й

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

- А. И. Руцкий, Э. А. Скварко, С. М. Силук.** Резонансные явления в шинных устройствах 3
- А. П. Долин.** Экспериментальные исследования жесткости опорных изоляторов 10
- Л. В. Ничипорович, Л. П. Филянович.** Статистические модели определения потерь энергии в распределительных электрических сетях 14
- Ю. В. Смирнов.** Эквивалентные схемы замещения электромагнитных устройств переменного тока 18
- И. М. Грач.** Метод расчета распределения электрического заряда по проводящей поверхности 23
- В. И. Кочкин.** К вопросу о снижении аварийных токовых воздействий на высоковольтные преобразователи 30
- В. Ф. Григорьев, В. М. Арутюнов.** Расчет электромагнитных процессов трехфазной управляемой одноконтурной вентильной схемы в режиме прерывистых токов при нагрузках, содержащих противо-э. д. с. 34

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

- В. И. Беляев, Г. Г. Карпов, И. Н. Нигматулин.** Оптимизация мощностей крупных тепловых и атомных электростанций по территориальным районам размещения 39
- А. И. Попов, С. В. Артемьев, Н. И. Верховский, Г. К. Красноселов, М. Х. Саяпов, А. В. Мартынов, Ю. Б. Глаголев, С. Т. Данилова.** К вопросу о влиянии выбросов ТЭЦ на загрязнение воздушного бассейна города 46
- Е. И. Гаврилов.** Приземная концентрация примесей от дымовой трубы с диффузорным выходом 51
- И. В. Шерстобитов, Б. В. Бирюков.** Об эффективности электропривода компрессорных станций магистральных газопроводов 56
- Н. С. Лелеев, Л. Н. Шмарин.** Пульсация массовой скорости теплоносителя в сепараторах-пароперегревателях 60
- А. В. Темник.** Зависимость теплофизических свойств низколегированных сталей от температуры 66

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

- А. И. Бирюков, Н. Н. Кочевский, С. Д. Косторной.** К проектированию рабочего колеса осевого насоса на основе решения обратной задачи теории решеток 71
- В. К. Темнов, Е. К. Спиридонов.** К теории жидкостно-газового эжектора с прерывистой струей 76

ЭКОНОМИКА ЭНЕРГЕТИКИ

- С. А. Воронина.** О целесообразности автоматизации расчетов по анализу себестоимости энергии 79

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

- Э. В. Подгорный, А. Д. Рыбалкин.** Расчеты напряжения во вторичной цепи трансформатора тока 83

И. Д. Кутявин, В. А. Зорин. Трансформатор с немагнитными зазорами в стержнях сердечника	86
А. Н. Бохан. Повышение надежности конденсационных батарей в сетях с источниками высших гармоник	87
Л. И. Соколик. О логике действия дифференциальных схем	90
А. М. Кулиев. Анализ свойств матриц планирования эксперимента, содержащих критерии подобия (применительно к задачам устойчивости электрических систем)	91
М. М. Акодис, В. В. Шипицын, В. И. Лузгин, В. В. Рудный, А. А. Новиков, А. А. Рухман, В. Н. Антонова. Исследование и сопоставление последовательных инверторов, работающих на колебательный контур с переменными параметрами	94
В. Д. Козлов, А. Н. Оноколо. Показатели надежности дизель-электрических агрегатов	97
А. К. Внуков, И. И. Стриха. Материалы газоотводящих стволов дымовых труб и наружных газоходов тепловых электростанций	99
А. Н. Алабовский, А. А. Почечун, В. П. Сало. Исследование циркуляции жидкости в выпарном аппарате с погружной горелкой в эрлифтной камере	102
Г. И. Гимбутис, С. И. Добровольскис. Теплообмен при конденсации пара на переохлажденной пленке воды, стекающей по вертикальной поверхности	104
И. К. Каримов, А. А. Рядно. Влияние теплопроводности стенок на теплообмен в МГД-течении Куэтта	107
В. А. Иванов, М. М. Волынский. О некоторых свойствах линейных автономных систем регулирования	111
В. П. Чепурненко, В. В. Лисин, А. Л. Цыкало, А. Е. Лагутин, Е. Е. Нянкина. Исследования температурных полей теплообменных элементов	113

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

А. И. Руцкий, Э. А. Скварко. О книге Б. Н. Неклепаева «Электрическая часть электростанций»	117
Р. А. Месропян, З. Ю. Ниязметов. О книге «Организация и планирование энергохозяйств промышленных предприятий»	119

ЮБИЛЕИ

Профессор Александр Иванович Руцкий	120
-------------------------------------	-----

ХРОНИКА

Д. В. Никитин. Актуальные вопросы развития способов передачи электрической энергии в работе Всесоюзного научного семинара по проблемам электроэнергетики	122
--	-----

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. СТЕПАНЧУК (ответственный редактор), **А. М. ЛЕОНКОВ** (зам. ответственного редактора), **Н. А. ТИНЯКОВ** (зам. ответственного редактора), **М. М. АКОДИС**, **А. И. АНДРЮЩЕНКО**, **В. А. ВЕНИКОВ**, **Ю. М. ВОЛОКОБИНСКИЙ**, **Г. А. ГЕНРИХ**, **Д. Я. ГЛУХОВ**, **И. Э. ИБРАГИМОВ**, **В. М. ИЛЬИН**, **А. Д. КЛЮЧНИКОВ**, **А. Т. ЛЕБЕДЕВ**, **А. И. ЛЕОНТЬЕВ**, **В. И. НОВАШ**, **В. И. ОБРЕЗКОВ**, **Н. Г. РАССОХИН**, **А. И. РУЦКИЙ**, **Е. Я. СОКОЛОВ**, **С. В. УСОВ**, **В. И. ХВОСТОВ**, **Д. С. ЩАВЕЛЕВ**, **И. П. ЭПИК**

© «Известия вузов СССР — Энергетика», 1979

Ответственный секретарь редакции *М. Любомудрова*

Редактор *Т. Ермоленко*

Корректор *Т. Добыш*

Сдано в набор 27.6.1979 г. Подписано к печати 13.8.1979 г. АТ 03190. Бумага типографская. Формат бумаги 70×108¹/₁₆. Гарнитура литературная. Усл. печ. л. 11,2, уч.-изд. л. 11,42. Тираж 2870 экз. Заказ 394. Цена 70 коп.

Адрес редакции: 220027. Минск, Ленинский пр., 65. Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт, корп. 2, ком. 215.

Адрес ордена Трудового Красного Знамени типография издательства ЦК КП Белорусии: 220041, Минск, Ленинский пр., 79.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕСТКОСТИ ОПОРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

Инженер А. П. ДОЛИН

Московский ордена Ленина энергетический институт

В [1] было показано, что электродинамическая стойкость шинных конструкций в значительной степени зависит от частоты собственных колебаний системы «шина — изолятор». Частота колебаний этой системы — функция массы и жесткости опор шин. С уменьшением жесткости частота снижается.

Опора состоит из изолятора, основания, шинодержателя и крепежных деталей. Податливость опоры (величина, обратная жесткости) определяется суммой податливости отдельных ее элементов. Жесткость изолятора велика. Однако изолятор с болтовыми соединениями обладает (как будет показано ниже) значительной податливостью. Жесткость основания можно определить методами строительной механики [2]. Если основание — невысокая колонна, его жесткость намного выше суммарной жесткости других элементов опоры. Податливость шинодержателей, как правило, невелика и мало влияет на суммарную жесткость опоры. Таким образом, при расчете шинных конструкций на электродинамическую стойкость необходимо знать жесткость изоляторов. Однако такие данные для отечественных изоляторов в литературе не приводятся.

В настоящей работе изложены результаты экспериментальных исследований жесткости опорных изоляторов, проведенных на установках, на которых были получены упругие характеристики, т. е. зависимости статической силы P , приложенной к изолятору, от перемещения головки изолятора y . Установки представляли собой рамные конструкции, неподвижно установленные на полу испытательного зала или на разрывной машине. К раме крепился опорный изолятор. Нагрузки создавались с помощью лебедки, червячной передачи или путем передвижения траверсы разрывной машины. Перемещения головки изолятора замерялись динамометрами системы Н. Г. Токаря.

Испытано 11 типов изоляторов. Испытывались 2—4 изолятора каждого типа, при трех-четыре значениях момента μ затяжки крепежных болтов. Затягивающий момент μ определялся с помощью динамометрического ключа. Для снятия упругих характеристик нагрузку P увеличивали от нуля до значения, незначительно превышающего допустимую нагрузку $P_{\text{доп}}$, а затем уменьшали ее до нуля. Допустимая нагрузка принималась равной 60% от минимальной разрушающей нагрузки изолятора при изгибе. Испытания каждого изолятора при одном значении μ повторялись 5—6 раз. В каждом цикле нагрузки-разгрузки показания приборов снимались при 15—30 значениях нагрузки P .

Под изоляторы 6—35 кВ (без фланцев) устанавливались картонные прокладки диаметром 74 или 53 мм и толщиной около 2 мм. Для сопоставления результатов ряд экспериментов проводился без прокладок и с резиновыми прокладками толщиной 4 мм.

На рис. 1 представлены экспериментально полученные упругие характеристики опорного изолятора типа ОФ-10-375УЗ при различных значениях затягивающего момента μ .

Результаты испытаний показали, что зависимости $P=P(y)$, как правило, нелинейны. Линии нагрузки и разгрузки не совпадают. Это, по-видимому, обусловлено механическим гистерезисом материала изолятора и крепежных болтов, ослаблением болтовых соединений в процессе испытаний, влиянием качества заделки арматуры изолятора. Углы наклона упругих характеристик в значительной мере зависят от степени затяжки крепежных болтов. С увеличением момента затягивания крепежных болтов кривые $P=P(y)$ идут круче (рис. 1). При малых μ , а также при установке резиновых прокладок усиливается нелинейность упругих характеристик, петля нагрузки-разгрузки становится шире.

Жесткость изолятора c — коэффициент пропорциональности между статической нагрузкой P и прогибом y . Поскольку упругие характеристики нелинейны, жесткость — функция прогиба. Однако в инженерных расчетах можно отказаться от учета нелинейной зависимости $P=P(y)$ и проводить расчеты при усредненных значениях жесткости c_0 . Это допустимо, поскольку кривизна функций $P=P(y)$ невелика. Кроме того, введение в расчеты нелинейности неоправдано, так как значения угла наклона упругих характеристик имеют достаточно большой разброс даже у изоляторов одного типа и из одной партии (см. ниже).

Линеаризация функций $P=P(y)$ проводилась по методу наименьших квадратов [3]. Использовались только восходящие участки упругих характеристик $P=P(y)$ в интервале нагрузки от 0 до $P_{\text{макс}}$, если $P_{\text{макс}} \leq P_{\text{доп}}$, или до значения P_n , удовлетворяющего неравенству $P_{n-1} < P_{\text{доп}} \leq P_n$, если $P_{\text{макс}} > P_{\text{доп}}$. Здесь P_{n-1} и P_n — предшествующее и последующее экспериментально полученные значения статической нагрузки на изолятор, Н.

Среднеквадратичное отклонение n точек (y_i, P_i) , $i=1, 2, \dots, n$, полученных экспериментально от графика линеаризованной функции $P=c_0y$,

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - c_0 y_i)^2}{n}} \quad (1)$$

Возведя (1) в квадрат, продифференцировав функцию $n\delta^2$ по c_0 и приравняв полученный результат нулю, получим коэффициент жесткости, отвечающий наименьшему значению среднеквадратичного отклонения

$$c_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} \quad (2)$$

Обработка результатов проводилась на ЭВМ «Минск-32». Их анализ показал, что с уменьшением степени затяжки крепежных болтов жест-

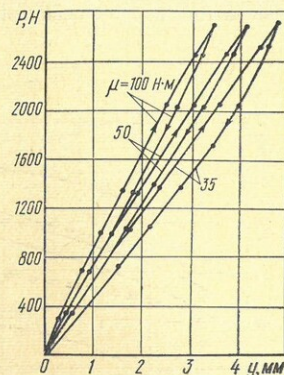


Рис. 1. Упругие характеристики изолятора типа ОФ-10-375УЗ

кость изоляторов снижается почти в два раза (рис. 2—4). Таким образом, возможное в процессе эксплуатации ослабление затяжки болтов приводит к снижению жесткости опор, а следовательно, и к снижению частоты собственных колебаний системы «шина — изолятор» [1].

Жесткость c_0 при одинаковых затяжках болтов в различных опытах на одном и том же изоляторе колеблется незначительно (менее 1—5%). Жесткости однотипных изоляторов из одной партии отличаются не более чем на 10—20%. Флуктуации жесткости таких изоляторов обусловлены неровностью и выпуклостью опорной поверхности, несовпадением оси крепежного болта с осью изолятора и другими факторами.

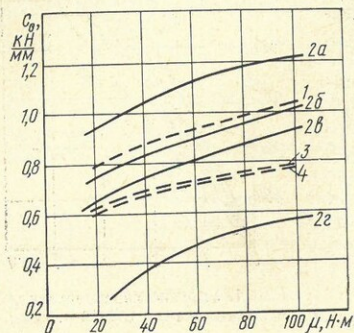


Рис. 2. Зависимости жесткости изоляторов типа ОФ-10-750УЗ от затягивающего момента крепежного болта

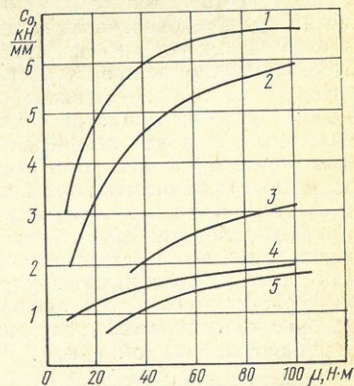


Рис. 3. Результирующие зависимости жесткости от затягивающих моментов крепежных болтов для изоляторов:

кривая 1 — ОФ-10-750ов; 2 — ОФ-10-375овУЗ; 3 — ОФ-6-375ПУЗ; 4 — ОФ-6-375крУЗ; 5 — ОФ-10-375ПУЗ

Разница между жесткостями однотипных изоляторов, изготовленных в разное время, может быть значительной. Так, жесткость c_0 изоляторов типа ОФ-10-750УЗ, изготовленных в 1972 г. (кривые 1 и 2б, рис. 2), оказались выше жесткости изоляторов такого же типа, изготовленных в 1971 г. (кривые 3 и 4, рис. 2), более, чем на 20%, при моментах крепежных болтов μ , равных 100 Н·м, и более, чем на 50%, при μ , меньших 20 Н·м. Аналогичная картина наблюдалась у изоляторов других типов.

Значения жесткостей изоляторов во многом зависят от наличия прокладок, их размеров и материала. На рис. 2 представлены зависимости жесткости c_0 одного из испытывавшихся изоляторов типа ОФ-10-750УЗ от затягивающего момента μ крепежного болта: кривая 2а получена при испытании изолятора без прокладок; кривые 2б и 2в — с картонными прокладками диаметром 74 и 53 мм соответственно; кривая 2г — с резиновой прокладкой. Жесткость изолятора с картонными прокладками оказалась на 20—30% меньше жесткости изолятора без прокладок; при этом значения жесткости изоляторов с прокладками разных диаметров (при одинаковой толщине) отличались в среднем на 10%. Резиновые прокладки более чем в два раза снижают жесткость изолятора. Следовательно, установка прокладок из различных материалов позволяет без

существенных затрат изменять жесткость опор и, таким образом, подобрать наиболее оптимальную частоту собственных колебаний шинной конструкции с точки зрения ее электродинамической стойкости.

На рис. 3 и 4 представлены зависимости жесткости различных типов изоляторов от момента μ .

Результаты показывают, что у конструктивно подобных изоляторов жесткость возрастает с уменьшением их высоты. Поэтому жесткость изоляторов на 35 кВ в несколько раз ниже, чем у аналогичных изоляторов на 6—10 кВ. Жесткость изоляторов с большим количеством крепежных болтов при прочих равных условиях значительно выше, чем с меньшим.

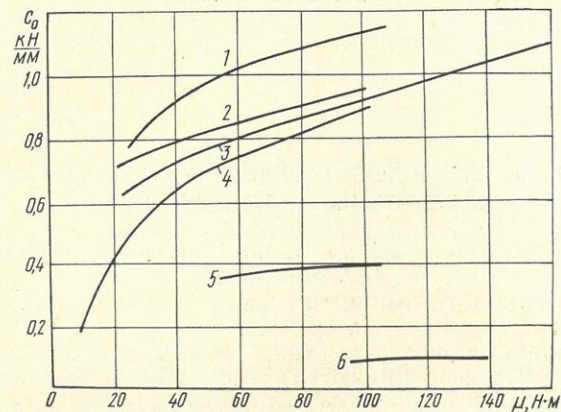


Рис. 4. Результирующие зависимости жесткости от затягивающих моментов крепежных болтов для изоляторов: кривая 1 — ОФР-10-750УЗ; 2 — ОФ-10-750УЗ; 3 — АКО-110; 4 — ОФ-10-375УЗ; 5 — ОФ-35-375крУЗ; 6 — ОФ-35-375УЗ

Значения жесткости изоляторов, приведенные на рис. 2—4, могут быть рекомендованы в качестве расчетных при оценках электродинамической стойкости шинных конструкций. Однако следует учитывать, что при высокой степени затяжки крепежных болтов жесткость изоляторов может отличаться от рекомендуемых значений на $\pm 20\%$. Кроме того, необходимо принимать во внимание, что при ослаблении затяжки болтов жесткость изоляторов может снизиться почти в два раза.

ВЫВОДЫ

1. Жесткость изолятора зависит от его конструктивных особенностей, степени затяжки крепежных болтов, материала прокладки, состояния опорной поверхности и других факторов. Установка резиновых прокладок вместо картонных снижает жесткость изолятора более чем в два раза.

2. Жесткость изолятора при ослаблении болтовых соединений падает. Поэтому ослабление затяжки болтов в процессе эксплуатации может вызвать снижение частоты собственных колебаний шинной конструкции, изменение ее электродинамической стойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев Е. П., Долин А. П. Методика расчета электродинамической стойкости токопроводов напряжением 110 кВ и выше с учетом податливости опор.— Электричество, 1977, № 5, с. 15—19.
2. Рабинович И. М. Основы строительной механики стержневых систем. М.: Госстройиздат, 1960, 520 с.
3. Веников В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики). М.: Высшая школа, 1976, 479 с.

Представлена кафедрой
электрических станций

[5.Х.1978]

УДК 621.316.1.017

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*Кандидат техн. наук, доц. Л. В. НИЧИПОРОВИЧ, инженер
Л. П. ФИЛЯНОВИЧ*

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт

Вопросам объективного определения потерь энергии в электрических сетях в настоящее время уделяется большое внимание. Величина потерь энергии — важнейший показатель экономичности работы электрической сети. Это находит свое подтверждение в том, что потери, а также мероприятия по их снижению включены в число важнейших плановых показателей работы электросетевых предприятий и энергосистем, в зависимости от которых определяется размер материального стимулирования.

Однако точное определение потерь энергии не только при планировании, но и на этапе анализа работы электрической сети представляет собой сложную задачу вследствие необходимости выполнения большого числа расчетов и из-за отсутствия достоверной исходной информации. В этой связи актуальна разработка методов, не требующих большого объема расчетов и ориентированных на использование фактически имеющейся исходной информации.

Плодотворным подходом к решению данной задачи представляется использование статистических моделей, т. е. уравнений регрессии, определяющих величину потерь в зависимости от априорно задаваемого набора наблюдаемых параметров. Условие применимости традиционных регрессионных моделей — некоррелированность исходных параметров [1]. Однако, как показывает анализ, указанные параметры, как правило, коррелированы друг с другом. Это обстоятельство делает некорректным использование регрессионных моделей. Поэтому целесообразно преобразование исходных коррелированных параметров в некоррелированные факторы, которое может осуществляться с использованием метода факторного анализа [2] следующим образом.

Предположим, что имеется выборочная совокупность исследуемых объектов (распределительных линий), каждый из которых описывается n признаками. Таковыми, в частности, могут быть: длина линии; суммарное число трансформаторных пунктов; суммарная установленная

мощность ТП; количество ответвлений и т. д. На основе этих данных строится корреляционная матрица R

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{q1} & r_{q2} & \dots & r_{qn} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

каждый элемент которой r_{ij} представляет собой коэффициент корреляции между i -м и j -м признаками. На основе этой матрицы с помощью известных методов факторного анализа строится так называемая матрица факторных нагрузок A , которая связывает вектор коррелированных параметров X с вектором некоррелированных факторов Y соотношением

$$X = AY. \quad (2)$$

Элементы матрицы A представляют собой коэффициенты корреляции между факторами и непосредственно наблюдаемыми параметрами. Образование матрицы A осуществляется на основе многошагового расчета, на каждом шаге которого выявляются коэффициенты корреляции между очередным фактором и исходными параметрами. Матрица A может быть либо квадратной, либо прямоугольной. Для квадратной матрицы A число факторов оказывается равным числу параметров (разновидность факторного анализа — метод главных компонент) и значения факторов определяются по формуле:

$$Y = A^{-1} \cdot X. \quad (3)$$

Ввиду того, что каждый последующий фактор (в порядке их выделения) вносит меньший вклад в общую дисперсию и в итоге многие факторы оказываются несущественными в указанном смысле, процедуру расчета матрицы A можно прекратить тогда, когда полученные факторы обеспечивают главную часть вклада (около 90% и выше) в общую дисперсию. В этом случае матрица A оказывается прямоугольной и размерность факторов, называемых в данном случае главными, получается меньше размерности исходных параметров $m \ll n$. Приближенную оценку оптимального числа главных факторов дает формула Тэрстоуна

$$m = \frac{2n + 1 - \sqrt{8n + 1}}{2}. \quad (4)$$

Значения главных факторов при этом определяются по формуле:

$$Y = M \cdot X, \quad (5)$$

где M — матрица, определяемая по специальному алгоритму (2).

Предположим, что имеются отчетные данные о величине потерь энергии в распределительных линиях выборочной совокупности. Принимая линейную форму регрессионной модели, выражающей зависимость потерь энергии от независимых факторов, получим ее в виде:

$$\Delta \mathcal{E} = CY, \quad (6)$$

где C — вектор-столбец коэффициентов уравнения регрессии. Определенные коэффициенты c_i модели (6) производятся с помощью метода наименьших квадратов, исходя из условия минимума функции

$$\hat{f}_i(c_1, c_2, \dots, c_m) = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m (c_j y_j - \Delta \mathcal{E}_i) \right)^2, \quad (7)$$

Продолжается подписка на 1979 год


НА ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ МВ ССО СССР»

по разделу «ЭНЕРГЕТИКА»


Год издания 22-й

Журнал рассчитан на инженерно-технических работников энергетических и промышленных предприятий, работников научно-исследовательских институтов и проектных организаций, научных работников вузов и техникумов и студентов старших курсов.

**В журнале публикуются материалы по новейшим
достижениям в области энергетики и освещаются**

- | | | |
|---|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Научно-исследовательские работы. 2. Итоги внедрения законченных работ. 3. Дискуссии по актуальным вопросам энергетики. 4. Материалы межвузовских научных конференций и совещаний. |  | <ol style="list-style-type: none"> 5. Отдельные разделы диссертационных работ. 6. Отзывы на монографии, учебники и учебные пособия. 7. Научная и техническая информация между вузами, научно-исследовательскими, проектными учреждениями и производственными предприятиями. |
|---|--|--|

ЖУРНАЛ ИМЕЕТ СЛЕДУЮЩИЕ РАЗДЕЛЫ:

- | | | |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая энергетика. 2. Электрические станции, сети и системы. 3. Релейная защита и системная автоматика. 4. Техника высоких напряжений. 5. Теоретические вопросы электроэнергетики. 6. Электроснабжение и автоматизация систем электроснабжения. 7. Теплоэнергетические установки электростанций. |  | <ol style="list-style-type: none"> 8. Вопросы топливоиспользования и водоподготовки электрических станций и промышленных установок. 9. Теплофикация и теплоснабжение. 10. Промышленная теплоэнергетика. 11. Теоретические вопросы теплоэнергетики. 12. Теплофизика. 13. Гидроэнергетические установки. 14. Экономика энергетики. 15. Хроника и научно-техническая информация. 16. Библиография. |
|--|---|--|

Подписная цена на год за 12 номеров 8 руб. 40 коп.

Цена отдельного номера — 70 коп.

Подписка принимается с любого очередного месяца в пунктах приема подписки и агентствах «Союзпечать» и общественными распространителями печати на промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах, проектных и конструкторских организациях и учебных заведениях. Отдельные номера журнала можно выписать наложенным платежом через редакцию журнала.

Адрес редакции: 220027, Минск, Ленинский пр., 65.

Белорусский политехнический институт,

тел. 32-65-14.