

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет
Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова

Д. В. Антоненков, Е. Ю. Сизганова, А. Ю. Южанников

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ:
НА ПРИМЕРЕ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

Монография

Красноярск
СФУ
2015

УДК 621.316:37.07
ББК 31.19-42
А724

Рецензенты:

С. В. Власьевский, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электротехника, электроника и электромеханика» ДГУПС;

Н. Н. Гриб, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе Технического института (ф) СВФУ

Антоненков, Д. В.

А724 Энергосбережение образовательных учреждений: на примере Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия) : монография / Д. В. Антоненков, Е. Ю. Сизганова, А. Ю. Южанников. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. – 156 с.
ISBN 978-5-7638-3397-3

Рассмотрены вопросы применения теории техноценологических исследований в электротехнических системах и комплексах. Раскрыты особенности ранговых исследований для анализа электропотребления бюджетных организаций. Исходя из полученных результатов анализа, разработана методика определения потенциала энергосбережения бюджетных организаций на примере образовательных учреждений Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия).

Монография будет интересна и полезна студентам электроэнергетических специальностей, менеджерам по направлениям энергетики, инженерно-техническим и научным работникам в области электроэнергетики.

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 621.316:37.07
ББК 31.19-42

© Антоненков Д. В., 2015
© Сизганова Е. Ю., 2015
© Южанников А. Ю., 2015

ISBN 978-5-7638-3397-3

© Сибирский федеральный университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА	8
2. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ИНФРАСТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА	19
2.1. Подготовка данных	19
2.2. Получение табулированного рангового распределения	20
2.3. Графическое представление данных	21
2.4. Определение рангов для каждого объекта.....	22
2.5. Вычисление коэффициента конкордации.....	23
3. ПРОВЕРКА ДАННЫХ НА СООТВЕТСТВИЕ КРИТЕРИЯМ Н-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	26
3.1. Подготовка данных	26
3.2. Проверка гипотезы о несоответствии генеральной совокупности нормальному распределению по критерию Пирсона.....	27
3.3. Проверка гипотезы о нормальном распределении методом спрямленных диаграмм.....	30
3.4. Проверка взаимосвязанности данных с помощью коэффициента конкордации.....	31
3.5. Проверка с помощью выборочного коэффициента ранговой корреляции Кендалла	33
3.6. Проверка с помощью выборочного коэффициента ранговой корреляции Спирмена	36
3.7. Проверка с использованием выборочного коэффициента линейной корреляции.....	38
3.8. Оценка результатов	41
4. АППРОКСИМАЦИЯ РАНГОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ	42
4.1. Аппроксимация методом наименьших модулей.....	42
4.2. Аппроксимация линейным методом наименьших квадратов	44
4.3. Аппроксимация методом наименьших квадратов	45
4.4. Оценка результатов аппроксимации	47
5. ИНТЕРВАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ.....	49
5.1. Подготовка и линеаризация данных.....	49

5.2. Определение доверительного интервала распределения	50
5.3. Выявление объектов с аномальным электропотреблением	53
6. НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В ИНФРАСТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА ...	55
6.1. Подготовка данных	55
6.2. Кластерный анализ объектов по электропотреблению	55
6.3. Нормирование объектов в кластерах	58
6.4. Определение прогнозируемых норм для объектов.....	61
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА ДЛЯ УГЛУБЛЕННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ	64
7.1. Подготовка данных	65
7.2. Расчет электропотребления техноценоза.....	65
7.3. Расчет индекса жизнеспособности объектов по электропотреблению .	67
8. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ Z-МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ МЕТОДОЛОГИИ	71
8.1. Подготовка данных для прогнозирования.....	71
8.2. Прогнозирование электропотребления объектами ноевой касты.....	75
8.3. Прогнозирование электропотребления объектами пойнтер-касты	78
8.4. Прогнозирование электропотребления объектами саранчовой касты ..	81
8.5. Прогноз электропотребления техноценозом в целом.....	82
9. G-МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА ...	84
9.1. Подготовка данных	85
9.2. Анализ сезонности данных.....	86
9.3. Определение статистических характеристик электропотребления	87
9.4. Прогнозирование электропотребления на следующий временной шаг	88
9.5. Анализ результатов прогноза на гауссовость.....	91
10. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА МЕТОДОМ АНАЛИЗА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ	94
10.1. Подготовка данных	95
10.2. Развертка одномерного ряда в многомерный.....	96
10.3. Сингулярное разложение траекторной матрицы	98
10.4. Рекуррентное SSA-прогнозирование электропотребления	102
10.5. Векторное SSA-прогнозирование электропотребления.....	104

10.6. Анализ собственных векторов временного ряда	108
10.7. Анализ собственных векторов временного ряда через двумерные проекции.....	109
11. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА ПО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЮ	111
11.1. Подготовка данных	112
11.2. Определение оптимального количества элементов в кортеже.....	113
11.3. Классификация техноценоза	119
12. ОБРАБОТКА РАНГОВОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ Singular Spectrum Analysis.....	122
12.1. Подготовка данных	123
12.2. Преобразование матрицы данных с помощью сдвиговой процедуры в траекторную матрицу	125
12.3. Исследование траекторной матрицы с помощью анализа главных компонент.....	126
12.4. Восстановление исходной матрицы по выбранным главным компонентам	128
13. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА	132
13.1. Подготовка данных	133
13.2. Интерполяция норм электропотребления.....	133
13.3. Модельная реализация стохастических значений электропотребления	138
14. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ СРЕДНЕСРОЧНОГО ИНТЕРВАЛА	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	145
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	147
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1. ГОДОВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА (КВТ·Ч)	151
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2. МЕСЯЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА (КВТ·Ч)	153