

УДК 621.311.21
Г 988

Коллектив авторов:

*А.Г. Русина, Т.А. Филиппова, А.В. Белоглазов, Г.В. Глазырин,
С.В. Митрофанов, Г.Л. Русин, Д.Х. Худжасаидов, А.Ю. Арестова,
А.В. Сидорова, Е.А. Совбан, Я.А. Фролова*

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *А.С. Гусев*
д-р техн. наук, профессор *М.Ф. Носков*

Г 988 **ГЭС: искусство управления** : монография / коллектив авторов ; под ред. А.Г. Русиной. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. – 226 с. : ил., 6 цв. ил. – (Монографии НГТУ).

ISBN 978-5-7782-4035-3

Приведены результаты исследований, проведенных авторами монографии и посвященных развитию методов, моделей и методик при планировании режимов электроэнергетических систем, содержащих гидроэлектростанции.

УДК 621.311.21

ISBN 978-5-7782-4035-3

© Коллектив авторов, 2019
© Новосибирский государственный
технический университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Список используемых сокращений	10
Глава 1. Методология анализа электроэнергетических систем и управления ими	11
1.1. Свойства электроэнергетических систем	11
1.2. Моделирование систем	14
1.3. Примеры анализа свойств электроэнергетических систем	19
Выводы по главе	32
Глава 2. Комплексная оценка состояния гидроэлектростанций	33
2.1. Общие положения по оценке технического состояния ГЭС	33
2.2. Показатели выработки электроэнергии ГЭС	35
2.3. Расчет комплексного показателя эффективности ГЭС	46
Выводы по главе	49
Глава 3. Моделирование режимов каскада ГЭС	51
3.1. Общие положения	51
3.2. Баланс расходов каскада ГЭС	53
3.3. Гидравлическая связь по напору	57
3.4. Электрическая связь станций каскада	57
3.5. Режимные ограничения каскада ГЭС	59
3.6. Алгоритмизация модели каскада ГЭС	63
Выводы по главе	74
Глава 4. Методика расчета гидроэнергетических задач для энерго- систем со значительной долей ГЭС в энергобалансе	77
4.1. Особенности моделирования ГЭС, влияющие на энергетиче- ские балансы и режимы электроэнергетических систем	77
4.2. Алгоритмическая структура математической модели расчета режима гидротепловой системы и методика расчета гидро- энергетических задач	80



4.3. Особенности планирования и управления режимами ГЭС ОЭС Сибири	87
Выводы по главе	92
Глава 5. Основы моделирования режимов в энергетических балансах системы	93
5.1. Математическая модель задачи расчета режимов для гидро-тепловой электроэнергетической системы	93
5.2. Последовательные корректировки первоначального режима системы	96
5.3. Программное обеспечение «Водно-энергетический расчет ГЭС Ангаро-Енисейского каскада»	97
Выводы по главе	105
Глава 6. Регулирование активной мощности гидроэлектростанций	107
6.1. Особенности управления агрегатами гидроэлектростанций	107
6.2. Оптимальное распределение активной мощности между агрегатами ГЭС	108
6.3. Минимизация амплитуды колебаний мощности, обусловленных гидравлическим ударом, при управлении гидроагрегатом	113
6.4. Синтез регулятора активной мощности гидроагрегата, обеспечивающего минимизацию обратных забросов мощности	125
Выводы по главе	131
Глава 7. Непрерывный контроль технического состояния гидроагрегатов по данным о вибрации	133
7.1. Общие сведения о техническом диагностировании	133
7.2. Контроль технического состояния гидроагрегатов	135
7.3. Состояния гидроагрегатов и границы различения состояний гидроагрегатов	136
7.4. Методы контроля технического состояния гидроагрегата	139
7.5. Методика оценки вибрационного состояния гидроагрегата	141
7.6. Разработка методики непрерывного контроля технического состояния гидроагрегатов по данным о вибрации	143
7.7. Оценка вибрационного состояния и общего состояния гидроагрегатов	148
7.8. Автоматическая система вибрационного контроля гидроагрегата с функцией ступенчатой защиты от вибраций	149
Выводы по главе	152



Глава 8. Прогнозирование при расчетах режимов ЭЭС	153
8.1. Цели прогнозирования	153
8.2. Основы технологии расчетов прогнозов. Комплекс главных прогнозов на примере графика нагрузки	156
8.3. Общие положения режимной диагностики	159
8.4. Построение многофакторной модели графиков нагрузки при планировании и анализе оперативных энергетических балансов ЭЭС	161
8.5. Статистический анализ при разработке моделей прогнозирования	169
Выводы по главе	172
Глава 9. Математическая модель преобразования параметров в их электрический эквивалент	173
9.1. Предпосылки разработки метода электрического эквивалента	173
9.2. Преобразование характеристик ТЭС в их электрический эквивалент	175
9.3. Графический метод	180
9.4. Аналитический метод	185
9.5. Построение математической и физической модели электрического эквивалента	187
Выводы по главе	194
Глава 10. Адресный принцип распределения мощностей ЭЭС	195
10.1. Общие положения	195
10.2. Матричный анализ разработки логических схем адресных расчетов	197
10.3. Принцип адресности в алгоритме АЧР	203
Выводы по главе	210
Заключение	211
Библиографический список	214