



Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра Электроэнергетики

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (SYLLABUS)

**дисциплины Режимы работы электрооборудования
электроэнергетических систем**

**для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика
(образовательная программа – Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем)**



УТВЕРЖДАЮ

Декан энергетического факультета

_____ Кислов А.П.

« ____ » _____ 2013г.

Составитель: _____ профессор, к.т.н. Кургузов Н.Н.

Кафедра Электроэнергетики

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Режимы работы электрооборудования
электроэнергетических систем**

для студентов специальности **5В071800 – Электроэнергетика**
(образовательная программа – **Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем**)

Программа разработана на основании рабочей учебной программы, утверждённой « ____ »
_____ 2013 г.

Рекомендована на заседании кафедры от « ____ » _____ 2013 г. Протокол № ____.

Заведующий кафедрой _____ Марковский В.П. « ____ » _____ 2013 г.

Одобрена учебно-методическим советом энергетического факультета
« ____ » _____ 2013г. Протокол № ____

Председатель УМС _____ Талипов О.М. « ____ » _____ 2013 г.

1 Паспорт учебной дисциплины

Наименование дисциплины Режимы работы электрооборудования электроэнергетических систем

Дисциплина вузовского компонента

Количество кредитов и сроки изучения

Всего – 3 кредита

Курс: 3

Семестр: 6

Всего аудиторных занятий – 45 часов

Лекции – 30 часов

Практические /семинарские занятия – 15 часов

СРС – 90 часов

в том числе СРСП – 22,5 час

Общая трудоемкость - 135 часов

Форма контроля

Индивидуальная работа – 6 семестр (защита)

Экзамен – 6 семестр

Пререквизиты

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- теоретические основы электротехники (3,4 семестры);
- математические задачи и компьютерное моделирование в электроэнергетике (4 семестр);
- электроэнергетика (5 семестр);
- электрические машины (5 семестр).

Постреквизиты

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы для освоения следующих дисциплин:

- релейная защита на элементах аналоговой и цифровой техники (7 семестр);
- надежность релейной защиты (7 семестр);
- проектирование релейной защиты (7 семестр).

Сведения о преподавателях и контактная информация

Кургузов Николай Николаевич

Кандидат технических наук, доцент, профессор

Кафедра «Электроэнергетика», аудитория А-223

телефон: 67-36-26.

Предмет дисциплины

Режимы работы основного и вспомогательного электрооборудования электрических станций и подстанций.

Цель преподавания дисциплины

Подготовка специалистов к практической деятельности, связанной с ведением режимов основного и вспомогательного электрооборудования электрических станций и подстанций, представляющих собой важнейшие части современных электроэнергетических систем (ЭЭС).

Задачи изучения дисциплины

- получение полноценных знаний о нормальных, аварийных и специальных режимах работы электрооборудования ЭЭС;
- ознакомление со способами ликвидации ненормальных режимов и действиями оперативного персонала при возникновении нарушений в работе основного и вспомогательного оборудования ЭЭС.

Требования к знаниям, умениям, навыкам и компетенциям

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление об эксплуатационных характеристиках основного и вспомогательного электрооборудования ЭЭС;

знать:

- нормальные, аварийные и специальные режимы работы электрооборудования;
- способы ликвидации ненормальных режимов и действия оперативного персонала при возникновении нарушений в работе основного и вспомогательного оборудования ЭЭС;

уметь:

- проверять допустимость включения генераторов на параллельную работу способами точной синхронизации и самосинхронизации;
- оценивать успешность самозапуска электродвигателей;

приобрести практические навыки:

- по построению диаграмм мощности и составлению карты допустимых нагрузок генераторов;
- по определению допустимого времени работы генераторов при несимметричных режимах;

быть компетентным:

- в вопросах ведения режимов основного и вспомогательного электрооборудования ЭЭС.

2 Содержание учебной дисциплины

Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Наименование темы	Количество аудиторных часов по видам занятий			СРО	
		лекции	практические	лабораторные	Всего	в том числе СРОП
1	Режимы работы синхронных генераторов	18	12		42	10,5
2	Режимы работы электродвигателей	8	3		20	5
3	Режимы работы силовых трансформаторов	4			8	2
4	Индивидуальная работа				20	5
Всего: 135 (3 кредита)		30	15		90	22,5

Содержание лекционных занятий

Тема 1. Режимы работы синхронных генераторов

План

1. Изменение параметров и условий эксплуатации турбогенераторов с увеличением их единичной мощности. Общие вопросы.
2. Пуск генератора, включение в сеть и набор нагрузки генератором.
3. Длительно допустимые нормальные режимы работы турбогенераторов.
4. Диаграмма мощности турбогенератора.
5. Карта допустимых нагрузок турбогенератора.
6. Гашение магнитного поля турбогенератора.
7. Кратковременные перегрузки турбогенератора.
8. Несимметричные и неполнофазные режимы работы турбогенератора.
9. Асинхронный режим работы турбогенератора.

Литература:

1) Правила устройства электроустановок Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1355. – <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1200001355>.

2) Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1352. – <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1200001352>.

3) Режимы электрооборудования электрических станций: Учеб. пособие / В.И. Ветров, Л.Б. Быкова, В.И. Ключенович. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 243 с.

4) Пушков А.П. Режимы работы электрооборудования электрических станций. Часть 1: Конспект лекций. – Киров: Изд-во ВятГТУ, 2003. – 42 с.

5) Гайсаров Р.В. Режимы работы электрооборудования электрических станций и подстанций. Часть 1. Режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов: Конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрУ, 2005. – 42 с.

6) ГОСТ 533-2000 (МЭК 34-3-88). Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия. – Межгосударственный стандарт. – М.: Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000.

7) Коган Ф.Л. Анормальные режимы мощных турбогенераторов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 276 с.

8) Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций. – М.: Энергия, 1979. – 568 с.

9) Техническая эксплуатация основного оборудования электростанций и подстанций/ Грудинский П.Г. и др. – М.: Энергия, 1974. – 576 с.

10) Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением/ Под общ. ред. Л.С.Линдорфа и Л.Г.Мамиконянца. – М.: Энергия, 1972. – 352 с.

11) Типовая инструкция по эксплуатации генераторов. РД 34.45.501-88. – М.: Министерство энергетики и электрификации СССР, 1988. – 61 с.

Тема 2. Режимы работы электродвигателей

План

1. Классификация потребителей собственных нужд электрических станций и подстанций. Механические характеристики механизмов и электродвигателей собственных нужд.

2. Пуск электродвигателя. Динамика процесса пуска электродвигателя. Влияние процесса пуска на работу релейных защит электродвигателя. Алгоритм расчета пуска электродвигателя.

3. Выбег электродвигателей. Динамика процесса выбега электродвигателей. Алгоритм расчета выбега электродвигателей.

4. Самозапуск электродвигателей. Динамика процесса самозапуска электродвигателей. Влияние процесса самозапуска на работу релейных защит электродвигателя и питающих элементов. Алгоритм расчета самозапуска электродвигателей.

5. Нагрев электродвигателей при пуске, самозапуске и технологической перегрузке. Общие вопросы.

Литература:

1) Правила устройства электроустановок Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1355. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001355>.

2) Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1352. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001352>.

3) Пушков А.П. Режимы работы электрооборудования электрических станций. Часть 2: Конспект лекций. – Киров: Изд-во ВятГТУ, 2003. – 39 с.

4) Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций. – М.: Энергия, 1979. – 568 с.

5) Техническая эксплуатация основного оборудования электростанций и подстанций/ Грудинский П.Г. и др. – М.: Энергия, 1974. – 576 с.

6) Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с.

7) Корогодский В.И., Кужеков С.Л., Паперно Л.Б. Релейная защита электродвигателей напряжением выше 1 кВ. – Энергоатомиздат, 1987. – 248 с.

Тема 3. Режимы работы силовых трансформаторов

План

1. Длительно допустимые нормальные режимы силовых трансформаторов. Анормальные режимы. Характеристики режимов и их влияние на работу релейных защит силового трансформатора.

Литература:

1) Правила устройства электроустановок Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1355. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001355>.

2) Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1352. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001352>.

//adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001352.

3) Инструкция по эксплуатации трансформаторов. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». СТО 56947007 – 29.190.01.048 – 2010. – М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2010. – 38 с.

4) Меркурьев Г.В., Цирель Я.А. Расчеты режимов работы трансформаторов: Учебное пособие. – С.-Петербург: Изд-во Центра подготовки кадров энергетики, 2004. – 38 с.

5) Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций. – М.: Энергия, 1979. – 568 с.

6) Техническая эксплуатация основного оборудования электростанций и подстанций/ Грудинский П.Г. и др. – М.: Энергия, 1974. – 576 с.

7) Засыпкин А.С. Релейная защита трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.

Содержание практических занятий

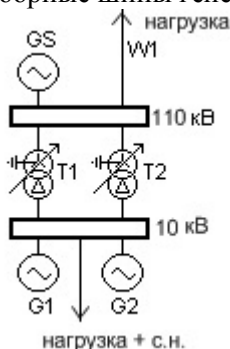
Тема 1. Режимы работы синхронных генераторов

План

1. Проверка допустимости использования способа самосинхронизации в качестве основного способа включения генераторов на параллельную работу.
2. Построение диаграммы мощности синхронного генератора.
3. Составление карты допустимых нагрузок синхронного генератора.
4. Расчет допустимого времени протекания тока обратной последовательности по обмотке турбогенератора в несимметричном режиме.

Задание № 1

1. Составить электрическую схему замещения для расчета толчка тока при включении турбогенератора на параллельную работу способом самосинхронизации на ТЭЦ неблочного типа.
2. Определить параметры схемы замещения в относительных базисных единицах.
3. Определить периодическую составляющую переходного тока в обмотке статора турбогенератора и напряжение на шинах генератора в момент включения генератора в сеть и решить вопрос о возможности применения способа самосинхронизации в качестве основного способа включения генераторов, работающих на сборные шины генераторного напряжения.



Исходные данные:

Энергосистема GS: $S_{к.з.макс} = 2000 \text{ МВА}$

Генераторы G1,2: $P_{ном,г} = 32 \text{ МВт}, U_{ном,г} = 10,5 \text{ кВ}, \cos \varphi_{ном,г} = 0,8$

Трансформаторы T1,2: $S_{ном,Т} = 16 \text{ МВА}, u_k = 10,5\%, U_{ВН,ном} = 121 \text{ кВ}, U_{НН,ном} = 10,5 \text{ кВ}$

Методические указания.

1. Влиянием нагрузок на величину толчка тока при включении генератора в сеть пренебречь.

Задание № 2

Построить диаграмму мощности турбогенератора типа ТГВ-300-2У3.

Методические указания.

1. Дополнительные параметры для турбогенератора принять по [14], для турбины – по [15].

Задание № 3

Составить карту допустимых нагрузок турбогенератора типа ТГВ-300-2У3.

Методические указания.

1. Дополнительные параметры для турбогенератора принять по [14].

Задание № 4

Определить допустимое время протекания тока обратной последовательности по обмотке статора одиночно работающего генератора при внезапном металлическом двухфазном КЗ на выводах.

Методические указания.

1. Схему электрической сети и исходные данные для расчета несимметричного режима принять из задания № 1.
2. Дополнительные параметры для турбогенератора принять по [14].
3. Методика расчета тока обратной последовательности при несимметричных КЗ приведена в [2]. Влиянием нагрузок на величину тока обратной последовательности пренебречь.

Тема 2. Режимы работы электродвигателей

Задание № 5

1. Определить начальное напряжение на шинах собственных нужд 6 кВ энергоблока мощностью 200 МВт тепловой электростанции, работающей на газе, при самозапуске от ненагруженного и предварительно нагруженного пускорезервного трансформатора собственных нужд после перерыва питания 2,5 сек.

Методические указания.

1. Номинальная мощность пускорезервного трансформатора собственных нужд 32 МВА.
2. Напряжение пускорезервного трансформатора с учетом положения переключателя ответвлений принять равным номинальному напряжению собственных нужд. Предварительная нагрузка трансформатора составляет 50% номинальной мощности трансформатора.
3. Методика и дополнительные данные для расчета приведены в [13, приложение 3].

Литература:

- 1) Правила устройства электроустановок Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1355. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001355>.
- 2) Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев и др.; Под ред. И.П. Крючкова и В.А. Старшинова. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 568 с.
- 3) Режимы электрооборудования электрических станций: Учеб. пособие / В.И. Ветров, Л.Б. Быкова, В.И. Ключенович. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 243 с.
- 4) Пушков А.П. Режимы работы электрооборудования электрических станций. Часть 1: Конспект лекций. – Киров: Изд-во ВятГТУ, 2003. – 42 с.
- 5) Пушков А.П. Режимы работы электрооборудования электрических станций. Часть 2: Конспект лекций. – Киров: Изд-во ВятГТУ, 2003. – 39 с.
- 6) Гайсаров Р.В. Режимы работы электрооборудования электрических станций и подстанций. Часть 1. Режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов: Конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрУ, 2005. – 42 с.
- 7) ГОСТ 533-2000 (МЭК 34-3-88). Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия. – Межгосударственный стандарт. – М.: Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000.
- 8) Коган Ф.Л. Аномальные режимы мощных турбогенераторов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 276 с.
- 9) Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций. – М.: Энергия, 1979. – 568 с.
- 10) Техническая эксплуатация основного оборудования электростанций и подстанций/ Грудинский П.Г. и др. – М.: Энергия, 1974. – 576 с.
- 11) Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением/ Под общ. ред. Л.С.Линдорфа и Л.Г.Мамиконянца. – М.: Энергия, 1972. – 352 с.
- 12) Типовая инструкция по эксплуатации генераторов. РД 34.45.501-88. – М.: Министерство энергетики и электрификации СССР, 1988. – 61 с.
- 13) Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с.
- 14) Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
- 15) Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книжка энергетика. – М.: Энергия, 1984. – 440 с.

Задания самостоятельной работы

1. Составление собственных конспектов лекций.

Тема 1. Режимы работы синхронных генераторов

ДЗ 1 – Изменение параметров генераторов и условий их эксплуатации с ростом единичной мощности. Плотность тока в обмотках и перегрузочная характеристика. Объем тока в пазу. Номинальное напряжение. Ток и напряжение возбуждения. Индуктивные сопротивления. Статическая перегружаемость. Коэффициент мощности. Время ускорения.

Тема 2. Режимы работы электродвигателей собственных нужд

ДЗ 2 – Несимметричные режимы работы электродвигателей. Обрыв одной фазы обмотки статора, соединенной в звезду и треугольник. Сравнительный анализ токов несимметричного режима.

Тема 3. Режимы работы силовых трансформаторов

ДЗ 3 – Несимметричные и неполнофазные режимы работы силовых трансформаторов.

2. Выполнение индивидуальной работы

Разделы индивидуальной работы:

1. Диаграмма мощности и таблица допустимых нагрузок обмотки статора турбогенератора.
2. Несимметричные режимы работы синхронного генератора.
3. Проверка успешности самозапуска электродвигателей.

Время консультаций

Консультации по всем вопросам проводятся согласно графику СРОП на текущий семестр.

Расписание проверок знаний обучающихся

Посещение лекций, практических, лабораторных занятий и работа на занятиях, выполнение индивидуального задания и составление собственного конспекта лекций по темам домашних заданий (ДЗ1 – ДЗ3) оценивается в баллах от 0 до 100.

График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

№	Виды работ	Тема	Макс. балл	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
1	Индивидуальная работа	Раздел 1	100	1 – 5 недели	Проверка выполнения	5 неделя
2	Индивидуальная работа	Раздел 2	100	6 – 7 недели	Проверка выполнения	7 неделя
3	Конспект лекций	ДЗ 1	100	1 – 8 недели	Собеседование	8 неделя
4	Рубежный контроль 1	Тема 1	100	1 – 8 недели	Проверка знаний	8 неделя
5	Индивидуальная работа	Раздел 3	100	9 – 12 недели	Проверка выполнения	12 неделя
6	Конспект лекций	ДЗ 2	100	11 – 12 недели	Собеседование	12 неделя
7	Конспект лекций	ДЗ 3	100	14 – 15 недели	Собеседование	15 неделя
8	Рубежный контроль 2	Тема 2	100	9 – 15 недели	Проверка знаний	15 неделя

Критерии оценки знаний обучающихся

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом в письменной форме, который охватывает весь пройденный материал. Обязательным условием для допуска к экзамену является выполнение всех предусмотренных заданий в программе. Рейтинг допуска выводится из средне арифметического всех выполненных заданий на текущих занятиях (посещение лекции, домашние задания, задания по СРО, задания по практике и другие, рубежный контроль).

К итоговому контролю (ИК) по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все требования рабочей учебной программы (выполнение работ и заданий по СРС), набравшие рейтинг допуска (не менее 50 баллов).

Уровень учебных достижений студентов определяется итоговой оценкой (**И**), которая определяется с учетом полученных оценок рейтинга допуска **РД** и итогового контроля **ИК** (в данном случае - экзамена и курсовой работы) с учетом их весовых долей (**РД** и **ИК**).

Весовые доли ежегодно утверждаются ученым советом университета и на 2013-2014 учебный год составляют **0,6** и **0,4** соответственно.

$$И = РД*0,6 + ИК*0,4$$

Итоговая оценка по дисциплине подсчитывается только в случае, если обучающийся имеет положительные оценки, как по рейтингу допуска, так и по итоговому контролю.

Неявка обучающегося на итоговый контроль по неважительной причине приравнивается к оценке «неудовлетворительно».

Результаты экзамена и промежуточной аттестации по дисциплине доводятся до студентов в тот же день или на следующий день, если письменный экзамен проводился во второй половине дня.

Для корректности подсчета итоговой оценки знания обучающегося на рубежном контроле (рейтинге) и итоговом экзамене оцениваются в процентах от 0 до 100%.

Оценка рубежного контроля складывается из текущих оценок и оценки рубежного контроля.

Учебные достижения оцениваются по многобалльной буквенной системе, адекватной ее цифровому эквиваленту и традиционной шкале оценок:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	Процентное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	Удовлетворительно
C+	2,33	70-74	
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	Неудовлетворительно
F	0	0-49	

Требования преподавателя, политика и процедуры

Посещение обучающимися всех аудиторных занятий без опозданий является обязательным.

В случае пропуска занятия отрабатываются в порядке установленном деканатом. Допускается максимально только два пропуска занятий. Два опоздания на занятие приравниваются к одному пропуску. В случае более двух пропусков преподаватель имеет право в дальнейшем студента не допускать к занятиям до административного решения вопроса.

Присутствие на лекциях посторонних лиц, не являющихся контингентом студентов данного курса, запрещается.

Работы следует сдавать в указанные сроки. Крайний срок сдачи всех заданий – за 3 дня до начала экзаменационной сессии.

Студенты, не сдавшие все задания, и не защитившие курсовую работу, не допускаются к экзамену.

Повторение темы и отработка пройденных материалов по каждому учебному занятию обязательны. Степень освоения учебных материалов проверяется тестами или письменными работами. Тестирование студентов может проводиться без предупреждения.

При выполнении самостоятельной работы студентов под руководством преподавателя (СРСП) учитывать следующие четыре основные функции.

Первая – предполагает реализацию активного восприятия студентами информации преподавателя, полученной в период установочных занятий по учебной дисциплине.

Вторая функция предполагает, что студенты самостоятельно, на основании рекомендаций преподавателя, изучают учебно-методические пособия, литературные источники, выполняют домашние задания, контрольные и курсовые работы и т.д. На этом этапе от студентов требуется знание методов работы, фиксация своих затруднений, самоорганизация и самодисциплина.

Третья функция студентов состоит в анализе и систематизации своих затруднительных ситуаций, выявлении причин затруднений в понимании и усвоении ими учебного материала, выполнении других учебных действий. Студенты переводят неразрешимые затруднения в систему вопросов для преподавателя (ранжируют их, упорядочивают, оформляют), строят собственные версии ответов на эти вопросы.

Четвертая функция студентов состоит в обращении к преподавателю за соответствующими разъяснениями, советами, консультациями.

Список литературы

Основная

1) Правила устройства электроустановок Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1355. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001355>.

2) Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1352. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001352>.

3) Режимы электрооборудования электрических станций: Учеб. пособие / В.И. Ветров, Л.Б. Быкова, В.И. Ключенович. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 243 с.

4) Пушков А.П. Режимы работы электрооборудования электрических станций. Часть 1: Конспект лекций. – Киров: Изд-во ВятГТУ, 2003. – 42 с.

5) Пушков А.П. Режимы работы электрооборудования электрических станций. Часть 2: Конспект лекций. – Киров: Изд-во ВятГТУ, 2003. – 39 с.

6) Гайсаров Р.В. Режимы работы электрооборудования электрических станций и подстанций. Часть 1. Режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов: Конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрУ, 2005. – 42 с.

7) Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев и др.; Под ред. И.П. Крючкова и В.А. Старшинова. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 568 с.

8) Меркурьев Г.В., Цирель Я.А. Расчеты режимов работы трансформаторов: Учебное пособие. – С.-Петербург: Изд-во Центра подготовки кадров энергетики, 2004. – 38 с.

9) Инструкция по эксплуатации трансформаторов. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». СТО 56947007 – 29.190.01.048 – 2010. – М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2010. – 38 с.

Дополнительная

1) ГОСТ 533-2000 (МЭК 34-3-88). Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия. – Межгосударственный стандарт. – М.: Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000.

2) Коган Ф.Л. Аномальные режимы мощных турбогенераторов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 276 с.

3) Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций. – М.: Энергия, 1979. – 568 с.

4) Техническая эксплуатация основного оборудования электростанций и подстанций/ Грудинский П.Г. и др. – М.: Энергия, 1974. – 576 с.

5) Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением/ Под общ. ред. Л.С.Линдорфа и Л.Г.Мамиконянца. – М.: Энергия, 1972. – 352 с.

6) Типовая инструкция по эксплуатации генераторов. РД 34.45.501-88. – М.: Министерство энергетики и электрификации СССР, 1988. – 61 с.

7) Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с.

8) Засыпкин А.С. Релейная защита трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.

9) Корогодский В.И., Кужеков С.Л., Паперно Л.Б. Релейная защита электродвигателей напряжением выше 1 кВ. – Энергоатомиздат, 1987. – 248 с.

- 10) Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
- 11) Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книжка энергетика. – М.: Энергия, 1984. – 440 с.