

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети

для программы бакалавриата

по направлению подготовки:

13.03.02.Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электрооборудование и электрохозяйство предприятий организаций и учреждений

Форма обучения: очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: kamilshabo@rambler.ru

РЕКОМЕНДОВАНО Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик / Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____ _____ / А.В. Рукович / протокол № <u>8</u> от « <u>18</u> » <u>05</u> 2021 г.	ОДОБРЕНО Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик / Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____ _____ / А.В. Рукович / протокол № <u>8</u> от « <u>18</u> » <u>05</u> 2021 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО _____ / С.Р. Санникова « <u>24</u> » <u>08</u> 2021 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС _____ / Л.А. Яковлева протокол УМС № <u>01</u> от « <u>30</u> » <u>августа</u> 2021 г.		Зав. библиотекой _____ / Н.С. Булгадова « <u>30</u> » <u>08</u> 2021 г.

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети
Трудоемкость 3 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение необходимых знаний в области проектирования электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов.

Задачей изучения дисциплины является овладение методами проектирования и его алгоритмом, основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей, ознакомление с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и методами регулирования частоты и напряжения, изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения.

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» входит в блок вариативной части ООП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Освоение данной дисциплины позволит более мотивированно подойти к изучению всех следующих дисциплин профессионального цикла, формирует представление о получаемых знаниях и практической их реализации в будущей профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины: Курс направлен на получение студентами представления обо всех разделах энергетики и их взаимосвязях, об энергетических системах и основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления энергии, о принципах работы и конструктивном выполнении энергетических установок, о современном состоянии и перспективах развития энергетики; на знание основополагающих законов электротехники.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1 Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-1.3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	знать: принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей; уметь: определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети; владеть: навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей, а также навыками расчета токов короткого замыкания.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.06.02	Электроэнергетические системы и сети	5	Б1.О.18 Теоретические основы электротехники Б1.О.19 Электротехническое и конструкционное материаловедение	Б1.О.20 Электрические машины Б1.В.06.04 Электроснабжение потребителей и режимы Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты

1.4. Язык преподавания: русский.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. БП-ЭО-20):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	5	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	54	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	17	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	17	-
- лабораторные работы	17	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	54	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	-	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Общие сведения об электро-энергетических системах и электрических сетях	12	2	-	2	-	2	-	-	-	-	6 (ЛР)
Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.	29	3	-	3	-	3	-	-	-	-	6 (ЛР) 14 (РГР)
Балансы мощностей в электро-энергетической системе. Компенсация реактивной мощности.	16	3		3		3				1	6 (ЛР)
Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.	17	3		3		3				-	8 (ЛР)
Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.	18	3		3		3				1	8 (ЛР)
Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.	16	3		3		3				1	6 (ЛР)
Зачет		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Всего часов за семестр	108	17	-	17	-	17	-	-	-	3	54

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях.

Электроснабжение промышленных, коммунальных и других потребителей, электропередачи постоянного и переменного тока различных напряжений, стандартные напряжения для сетей и приемников электрической энергии.

Тема 2. Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.

Расчет установившихся режимов электрических сетей, общие положения; расчетные нагрузки узлов районной электрической сети, расчет режима разомкнутой сети по напряжению, заданному в конце сети.

Тема 3. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности.

Источники реактивной мощности в ЭЭС. Основные современные типы компенсирующих устройств. Выбор мощности КУ в задачах регулирования напряжений. Влияние КУ на режимы электрических сетей.

Тема 4. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.

Общие положения, показатели качества электрической энергии. Влияние частоты на работу оборудования электростанций. Автоматическое регулирование частоты и напряжения в энергосистеме.

Тема 5. Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.

Мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии.

Тема 6. Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.

Выбор основных параметров электрических сетей. Выбор номинального напряжения сети.

Выбор сечений проводов и кабелей по экономическим критериям. Выбор трансформаторов на подстанциях.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, расчетно-графические задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В процессе преподавания дисциплины специальные интерактивные технологии не предусмотрены.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях	Выполнение ЛР	6	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
2	Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.	Выполнение ЛР Выполнение РГР	6 14	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР и РГР (внеауд.СРС)
3	Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности.	Выполнение ЛР	6	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
4	Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.	Выполнение ЛР	8	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
5	Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.	Выполнение ЛР	8	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
6	Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.	Выполнение ЛР	6	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
	Всего часов		54	

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях	Техника безопасности, исследование рабочего стенда.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
2	Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.	Изучение электрической схемы и электрооборудования ОРУ-110 кВ ГПП.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
3	Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности.	Составление графиков электрических нагрузок.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
4	Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.	Радиальная схема электроснабжения (Выполнение)	8	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
5	Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.	Радиальная схема электроснабжения (Защита)	8	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
6	Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.	Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		40	

Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов включает проработку методических рекомендаций и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение лабораторных работ. Основной формой проверки СРС является проведение лабораторных работ и письменное написание полученных результатов согласно методическим рекомендациям.

Содержание дисциплины, разработка лабораторных занятий с указанием основной и дополнительной литературы к каждому занятию, а также методические рекомендации к выполнению лабораторных заданий, образцы их выполнения представлены в Методических указаниях по курсу «Электроснабжения стенд НТЦ-10000».

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;

- правильность выполнения лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения результатов.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, - 30 баллов.

Расчетно-графическая работа

Тема расчетно-графической работы: «Развитие электрической сети районной энергосистемы»

Выполнить технико-экономическое обоснование схемы развития электрической сети районной энергосистемы для электроснабжения новых узлов нагрузки.

Исходные данные:

1. Схема существующей электрической сети (рис. 1).
2. Мощности шин действующих подстанций (10 и 35 кВ) режима максимальных нагрузок (табл. 1) на пятый год эксплуатации сооружаемой сети.
3. Геометрическое расположение существующих (табл. 2) и мест сооружения новых (табл. 3, по вариантам) подстанций в декартовой системе координат.
4. Максимальные мощности новых узлов нагрузки (новых подстанций) на пятый год их эксплуатации (табл. 3, по вариантам).
5. Время использования максимальной нагрузки $T_{\max}$ (см. табл. 3) для общего годового графика энергосистемы с учетом мощностей новых нагрузок.
6. Ориентировочный состав видов нагрузок новых подстанций (табл. 4, по величине мощностей нагрузки).
7. Зимние и летние суточные графики характерных дней новых подстанций, табл. 5.
7. Напряжение пункта питания в режимах максимальных нагрузок поддерживается на уровне 242 кВ.
8. Номинальное напряжение на шинах низкого напряжения новых подстанций – 10 кВ.
9. Место строительства – Западная Сибирь.
10. Материал опор для ВЛ всех напряжений – железобетон.

Таблица 1

Мощности режима максимальных нагрузок существующей сети

Мощности нагрузок	А-10	Б-35	Б-10	В-10	Г-10
Активная, МВт	110	15	10	80	90
Реактивная, Мвар	70	10	5	50	60

Таблица 2

Координаты расположения существующих подстанций, км

Подстанция	х	у
А	63	0
Б	107	-33
В	12	-57
Г	66	-50

Примечание. Начало координат в точке пункта питания О.

Таблица 3

Координаты положения, мощности нагрузок новых подстанций и время использования максимальной нагрузки $T_{\max}$

Номер варианта	Координаты, км						Мощности нагрузок, МВт и Мвар						$T_{\max}$, ч
	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	
001	87	40	87	17	118	55	74	50	30	20	5	3	4800
002	90	39	53	42	58	35	30	22	59	44	9	6	5300
003	70	28	86	3	89	3	41	28	54	36	12	8	5100
004	77	39	56	58	113	2	56	36	30	19	10	6	5000

005	86	1	53	13	113	51	35	26	52	38	8	6	4900
006	83	48	80	14	113	56	61	37	43	26	13	8	4700
007	75	16	54	44	79	49	23	15	75	49	10	7	4600
008	86	38	66	18	100	60	39	22	65	37	11	6	5200

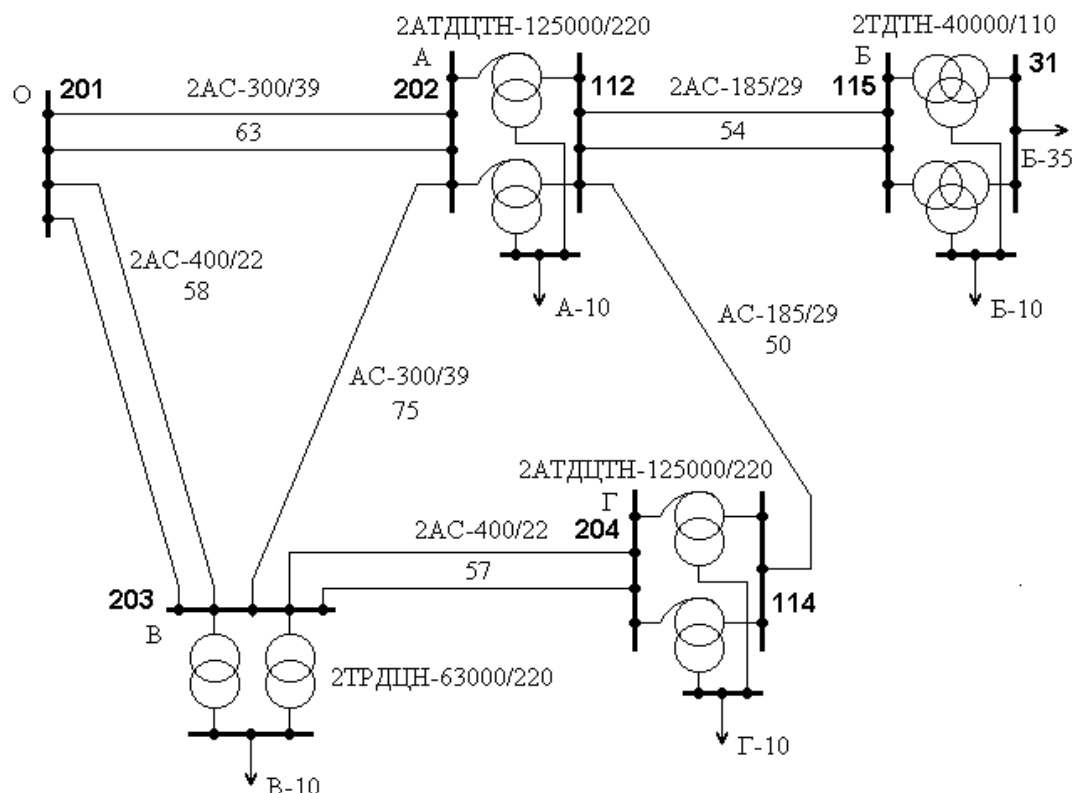


Рис. 1. Схема существующей электрической сети 220/110 кВ (расстояния в километрах).

Полужирным шрифтом обозначены номера узлов для шин, включенных в расчетную схему

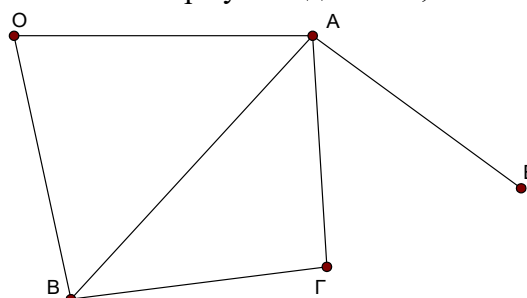


Рис.2. Граф существующей сети

Таблица 4

Состав нагрузки сооружаемых подстанций, %

Подстанция	Максимальная активная мощность, МВт	Состав нагрузки					
		Осветительная нагрузка	Промышленная 3-сменная	Промышленная 2-сменная	Промышленная 1-сменная	Электрифицированный транспорт	Сельскохозяйственное производство
ПС-1	до 40	15	15	30	—	40	—
	свыше 40 до 50	15	15	20	10	40	—
	свыше 50	20	20	15	15	30	—
ПС-2	до 40	20	20	40	10	—	10
	свыше 40 до 50	20	30	10	20	—	20
	свыше 50	15	20	15	30	—	20

ПС-3	до 20	40	10	—	—	—	50
	свыше 10	40	15	—	—	—	45

Таблица 5

Зимние и летние суточные графики характерных дней для новых подстанций, %

Время	ПС-1				ПС-2				ПС-3			
	Зима		Лето		Зима		Лето		Зима		Лето	
	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
0:00	45	43	33	31	45	40	33	32	58	58	37	34
1:00	42	41	24	23	34	32	26	25	50	52	33	32
2:00	43	42	24	23	30	30	23	22	45	46	30	31
3:00	44	44	22	22	30	29	27	27	44	44	28	30
4:00	47	45	25	24	36	35	45	43	46	45	34	35
5:00	53	52	30	30	56	55	60	58	52	50	44	46
6:00	73	71	67	66	78	77	74	73	68	66	52	53
7:00	90	92	76	77	100	99	75	74	80	80	56	55
8:00	100	100	80	81	100	100	72	72	86	85	54	54
9:00	100	100	70	71	96	95	62	60	84	82	50	50
10:00	92	95	68	68	90	88	55	52	80	78	47	48
11:00	91	93	69	70	80	81	50	50	72	70	45	46
12:00	93	90	70	71	70	73	47	45	66	66	43	44
13:00	88	86	68	68	66	67	46	44	65	65	42	45
14:00	87	85	69	68	66	67	45	44	66	65	40	43
15:00	92	94	70	71	66	68	45	45	67	66	41	44
16:00	95	95	68	69	65	68	46	46	70	70	44	46
17:00	100	100	70	72	64	67	48	47	86	85	48	49
18:00	98	95	75	75	72	70	54	52	100	100	55	57
19:00	97	94	80	78	83	80	62	60	98	99	65	65
20:00	96	93	80	78	85	84	65	63	95	96	65	65
21:00	88	86	70	72	80	80	64	62	80	80	60	63
22:00	78	77	48	47	65	64	49	47	68	68	52	43
23:00	58	56	34	35	53	50	35	34	63	62	41	42
Сред- нее	78,75	77,88	57,92	57,92	67,08	66,63	50,33	49,04	70,38	69,92	46,08	46,67

Примечание. 1. Значения активных и реактивных мощностей даны в процентах от $P_{\max}$ и $Q_{\max}$, соответственно. 2. Для контроля расчетов по графикам нагрузки для каждого из графиков в таблице приведены среднесуточные значения.

Цель работы: получить навыки проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей, а также навыки расчета токов короткого замыкания.

Требования к пропускной способности и надежности формулируются следующим образом:

- Передача расчетных максимальных перетоков мощности должна обеспечиваться при полной схеме сети при нормативных уровнях напряжения;
- Передача расчетных длительных перетоков мощности должна обеспечиваться при полной схеме сети и при отключении одного из элементов сети (одной цепи ЛЭП или одного трансформатора).

Экономичность развития и функционирования основывается на выборе варианта, предусматривающего дальнейшее развитие сети без ее коренных изменений и максимальное использование действующих сетей с учетом их возможностей для реконструкции.

При проектировании ВЛ рекомендуется применять стандартное оборудование и материалы и унифицированные или типовые конструкции опор, фундаментов и других элементов линий, прошедшие все требуемые испытания и зарекомендовавшие себя положительно в эксплуатации.

Критерии оценки одной расчетно-графической работы:

20 баллов выставляется за 100% выполненную работу, в которой отсутствуют фактические ошибки. 18 баллов - за работу, в которой допущена 1 фактическая ошибка. 15 баллов – за работу, в которой допущены 2 ошибки. 12 баллов – за работу с 3 ошибками. 10 баллов – за работу с 4 ошибками. 8 баллов – за работу с 5 ошибками. Работа, выполненная более чем с 6 ошибками, не оценивается.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
1	Задания и методические указания к курсовому проектированию по дисциплинам «Электропитающие системы и электрические сети» и «Электрические сети». Нерюнгри, ТИ (ф) СВФУ, 2011		

Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru>

Темы тестов:

Тест №1. Режимы электрической сети.

Тест №2. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе .

Тест №3. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей.

Примеры тестовых заданий

Задание 1:

Две генераторные станции Г1 и Г2 работают на общую нагрузку Н (рисунок 1).

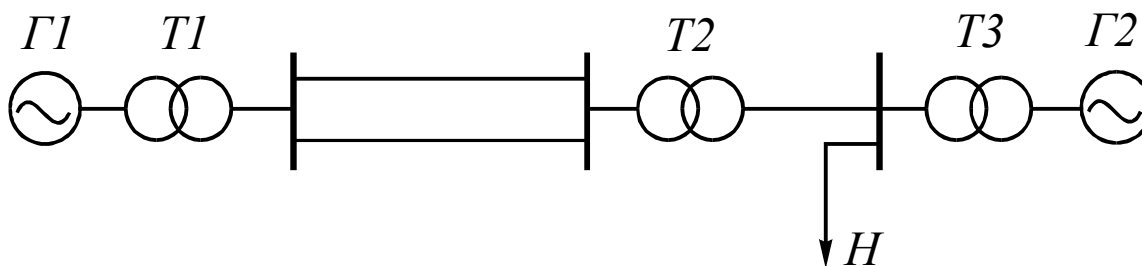


Рисунок 1

На (рисунке 2) представлена эквивалентная схема замещения рассматриваемой системы. Параметры системы и исходного режима, рассчитанные в относительных единицах, следующие: $x_1 = 2.5$; $x_2 = 0.3$; $\dot{S}_{10} = 0.58 + j0.36$; $\dot{S}_{20} = 3.0 + j1.9$; $U_{H0} = 1.0$.

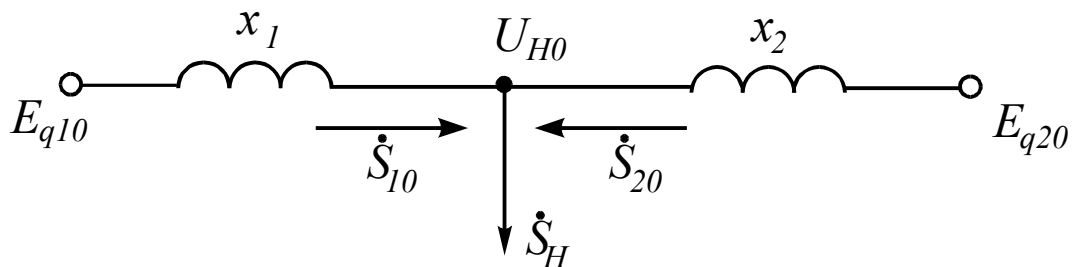


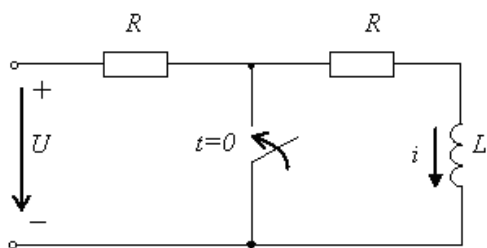
Рисунок 2

1. Построить угловую характеристику мощности генераторной станции Г1, представив нагрузку неизменным сопротивлением.

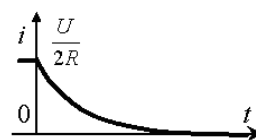
2. Определить предел передаваемой мощности от генераторной станции Г1 и коэффициент запаса устойчивости электропередачи.

Задание 2:

Закону изменения тока на индуктивности после коммутации соответствует кривая на рис.



□ Рис.1



□ Рис.2

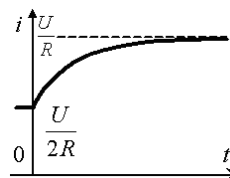
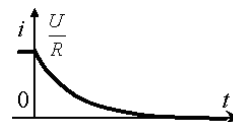


Рисунок 3

Шкала оценивания:

Процент выполненных тестовых заданий	Количество набранных баллов
91% - 100%	20
81% - 90%	16
71% - 80%	14
61% - 70%	10
51% - 60%	8
<50%	0

Темы практических занятий:

1. Выбор вариантов сети, схемы развития и номинальных напряжений
2. Определение сечений проводов и выбор трансформаторов подстанций
3. Составление принципиальной и расчетной схем вариантов
4. Расчет режимов максимумов нагрузок и баланс реактивной мощности

Практические работы представляют собой решение практических задач по перечисленным темам. Варианты заданий выдаются преподавателем.

Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практических заданий	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3	Верное решение всех задач практических работ.	30
	Неверное решение задач.	0

*В таблице приведено количество баллов, которое студент может набрать за выполнение всех практических работ в течение семестра.

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Лабораторные занятия	40	40	60	знание теории; выполнение лабораторной работы
2	Расчетно-графическая работа	14	20	40	в письменном виде, индивидуальные задания
	Итого:	54	60	100	

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1.1 Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-1.3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	знать: принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей; уметь: определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических	Освоено	Последовательное изложение материала курса. -Умение формулировать обобщение по теме вопросов; -Достаточно полные ответы вопросов; -Умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на вопросы.	Зачтено
		Не освоено	Неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; -Неумение решать задачи, строить характеристики ЭД; -Отсутствие логики и последовательности изложения материала курса; -Неумение формулировать	Не зачтено

	систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети; владеть: навыки проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей, а также навыки расчета токов короткого замыкания.		отдельные выводы и обобщения по теме вопросов -Неумение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответах на вопросы	
--	---	--	---	--

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	зачет
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Зимняя зачетная неделя
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Зачет принимается в устной форме. Учитываются набранные баллы в течение семестра. Зачет принимается на последнем занятии семестра.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 60 баллов минимум, чтобы получить зачет.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Карта обеспеченности литературой

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экземпляров в библиотеке СВФУ	Контингент студентов
Основная литература				
1	Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]/ - Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.- 32 с.		http://www.iprbookshop.ru/22778 .	11
2	Стрельников Н.А. Электроснабжение промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стрельников Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 100 с.		http://www.iprbookshop.ru/45457	11
Дополнительная литература				
1	Б.И. Кудрин. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006.	УМО МО РФ	2	
2	Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 351 с.: ил.	УМО вузов МО РФ	15	
3	Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии- Изд. 2-е.-Ростов н/Д: Феникс, 2008	УМО МО РФ	2	
4	Коновалова Л. Л., Рожкова Л. Д. Электро-снабжение промышленных предприятий и установок. М.: Энергоатомиздат, 2002.	УМО МО РФ		
5	Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – СПб: БХВ-Петербург, 2013.			
6	Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2005. – 320 с.			
7	Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учебное пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 254 с.			
8	Рекомендации по технологическому проектированию воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше (Утверждены Приказом МинэнергоРоссии от 30 июня 2003 года, № 284).			
9	Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ (Утверждены приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 288). – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2004. – 80 с			
10	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. (Утверждены Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24.07.2013 №328н.)– 85 с.			
Периодические издания				
1	Электрика			
2	Малая энергетика			
3	Электричество			
4	Электрические станции			
5	Промышленная энергетика			
6	Энергосбережение			
7	Электромеханика			
8	Проблемы энергетики			
9	Электроника			
10	Электротехника			
11	Электрооборудование			
12	Безопасность труда в промышленности			
Методические разработки вуза				
1	Задания и методические указания к курсовому проектированию по дисциплинам «Электропитающие системы и электрические сети» и «Электрические сети». Нерюнгри, ТИ (ф) СВФУ, 2011			15

Интернет-ресурсы

№	Наименование интернет-ресурса	Автор, разработчики	Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip, rar)	Тип интернет-ресурса	Ссылка (URL) на интернет-ресурс
2	Электrolаборатория	Янсюкевич В.А.			http://www.yanvictor.narod.ru
3	Справочник электрика и энергетика				http://www.elecab.ru/history.shtml

8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины (помещение и оборудование)

№ п/п	Неделя	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Объем часов	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	1-19	Лекционные занятия	лекция	36	A503	DVD
2		Практические занятия	практика	36	A503	DVD
3		Лабораторные занятия	лаб. раб.	18	A503	DVD

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети

[illegible]

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.

1. АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины

Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети

Трудоемкость 3 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение необходимых знаний в области проектирования электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов.

Задачей изучения дисциплины является овладение методами проектирования и его алгоритмом, основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей, ознакомление с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и методами регулирования частоты и напряжения, изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения.

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» входит в блок вариативной части ООП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Освоение данной дисциплины позволит более мотивированно подойти к изучению всех следующих дисциплин профессионального цикла, формирует представление о получаемых знаниях и практической их реализации в будущей профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины: Курс направлен на получение студентами представления обо всех разделах энергетики и их взаимосвязях, об энергетических системах и основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления энергии, о принципах работы и конструктивном выполнении энергетических установок, о современном состоянии и перспективах развития энергетики; на знание основополагающих законов электротехники.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1 Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-1.3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	знать: принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей; уметь: определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети; владеть: навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей, а также навыками расчета токов короткого замыкания.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.06.02	Электроэнергетические системы и сети	5	Б1.О.18 Теоретические основы электротехники Б1.О.19 Электротехническое и конструкционное материаловедение	Б1.О.20 Электрические машины Б1.В.06.04 Электроснабжение потребителей и режимы Б1.О.22 Электрические и электронные аппараты

1.4. Язык преподавания: русский.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. БП-ЭО-20):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	5	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	54	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	17	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	17	-
- лабораторные работы	17	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	54	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	-	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Общие сведения об электро-энергетических системах и электрических сетях	12	2	-	2	-	2	-	-	-	-	6 (ЛР)
Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.	29	3	-	3	-	3	-	-	-	-	6 (ЛР) 14 (РГР)
Балансы мощностей в электро-энергетической системе. Компенсация реактивной мощности.	16	3		3		3				1	6 (ЛР)
Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.	17	3		3		3				-	8 (ЛР)
Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.	18	3		3		3				1	8 (ЛР)
Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.	16	3		3		3				1	6 (ЛР)
Зачет		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Всего часов за семестр	108	17	-	17	-	17	-	-	-	3	54

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях.

Электроснабжение промышленных, коммунальных и других потребителей, электропередачи постоянного и переменного тока различных напряжений, стандартные напряжения для сетей и приемников электрической энергии.

Тема 2. Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.

Расчет установившихся режимов электрических сетей, общие положения; расчетные нагрузки узлов районной электрической сети, расчет режима разомкнутой сети по напряжению, заданному в конце сети.

Тема 3. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности.

Источники реактивной мощности в ЭЭС. Основные современные типы компенсирующих устройств. Выбор мощности КУ в задачах регулирования напряжений. Влияние КУ на режимы электрических сетей.

Тема 4. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.

Общие положения, показатели качества электрической энергии. Влияние частоты на работу оборудования электростанций. Автоматическое регулирование частоты и напряжения в энергосистеме.

Тема 5. Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.

Мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии.

Тема 6. Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.

Выбор основных параметров электрических сетей. Выбор номинального напряжения сети.

Выбор сечений проводов и кабелей по экономическим критериям. Выбор трансформаторов на подстанциях.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, расчетно-графические задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В процессе преподавания дисциплины специальные интерактивные технологии не предусмотрены.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях	Выполнение ЛР	6	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
2	Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.	Выполнение ЛР Выполнение РГР	6 14	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР и РГР (внеауд.СРС)
3	Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности.	Выполнение ЛР	6	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
4	Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.	Выполнение ЛР	8	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
5	Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.	Выполнение ЛР	8	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
6	Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.	Выполнение ЛР	6	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
	Всего часов		54	

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях	Техника безопасности, исследование рабочего стенда.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
2	Режимы электрической сети и задачи их расчета. Расчет режимов электрических сетей различной конфигурации.	Изучение электрической схемы и электрооборудования ОРУ-110 кВ ГПП.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
3	Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности.	Составление графиков электрических нагрузок.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
4	Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.	Радиальная схема электроснабжения (Выполнение)	8	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
5	Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС и основные мероприятия, направленные на их снижение.	Радиальная схема электроснабжения (Защита)	8	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
6	Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.	Расчет потерь мощности в элементах ЭЭС.	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		40	

Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов включает проработку методических рекомендаций и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение лабораторных работ. Основной формой проверки СРС является проведение лабораторных работ и письменное написание полученных результатов согласно методическим рекомендациям.

Содержание дисциплины, разработка лабораторных занятий с указанием основной и дополнительной литературы к каждому занятию, а также методические рекомендации к выполнению лабораторных заданий, образцы их выполнения представлены в Методических указаниях по курсу «Электроснабжения стенд НТЦ-10000».

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;

- правильность выполнения лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения результатов.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, - 30 баллов.

Расчетно-графическая работа

Тема расчетно-графической работы: «Развитие электрической сети районной энергосистемы»

Выполнить технико-экономическое обоснование схемы развития электрической сети районной энергосистемы для электроснабжения новых узлов нагрузки.

Исходные данные:

1. Схема существующей электрической сети (рис. 1).
2. Мощности шин действующих подстанций (10 и 35 кВ) режима максимальных нагрузок (табл. 1) на пятый год эксплуатации сооружаемой сети.
3. Геометрическое расположение существующих (табл. 2) и мест сооружения новых (табл. 3, по вариантам) подстанций в декартовой системе координат.
4. Максимальные мощности новых узлов нагрузки (новых подстанций) на пятый год их эксплуатации (табл. 3, по вариантам).
5. Время использования максимальной нагрузки $T_{\max}$ (см. табл. 3) для общего годового графика энергосистемы с учетом мощностей новых нагрузок.
6. Ориентировочный состав видов нагрузок новых подстанций (табл. 4, по величине мощностей нагрузки).
7. Зимние и летние суточные графики характерных дней новых подстанций, табл. 5.
7. Напряжение пункта питания в режимах максимальных нагрузок поддерживается на уровне 242 кВ.
8. Номинальное напряжение на шинах низкого напряжения новых подстанций – 10 кВ.
9. Место строительства – Западная Сибирь.
10. Материал опор для ВЛ всех напряжений – железобетон.

Таблица 1

Мощности режима максимальных нагрузок существующей сети

Мощности нагрузок	А-10	Б-35	Б-10	В-10	Г-10
Активная, МВт	110	15	10	80	90
Реактивная, Мвар	70	10	5	50	60

Таблица 2

Координаты расположения существующих подстанций, км

Подстанция	х	у
А	63	0
Б	107	-33
В	12	-57
Г	66	-50

Примечание. Начало координат в точке пункта питания О.

Таблица 3

Координаты положения, мощности нагрузок новых подстанций и время использования максимальной нагрузки $T_{\max}$

Номер варианта	Координаты, км						Мощности нагрузок, МВт и Мвар						$T_{\max}$, ч
	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	
001	87	40	87	17	118	55	74	50	30	20	5	3	4800
002	90	39	53	42	58	35	30	22	59	44	9	6	5300
003	70	28	86	3	89	3	41	28	54	36	12	8	5100
004	77	39	56	58	113	2	56	36	30	19	10	6	5000

005	86	1	53	13	113	51	35	26	52	38	8	6	4900
006	83	48	80	14	113	56	61	37	43	26	13	8	4700
007	75	16	54	44	79	49	23	15	75	49	10	7	4600
008	86	38	66	18	100	60	39	22	65	37	11	6	5200

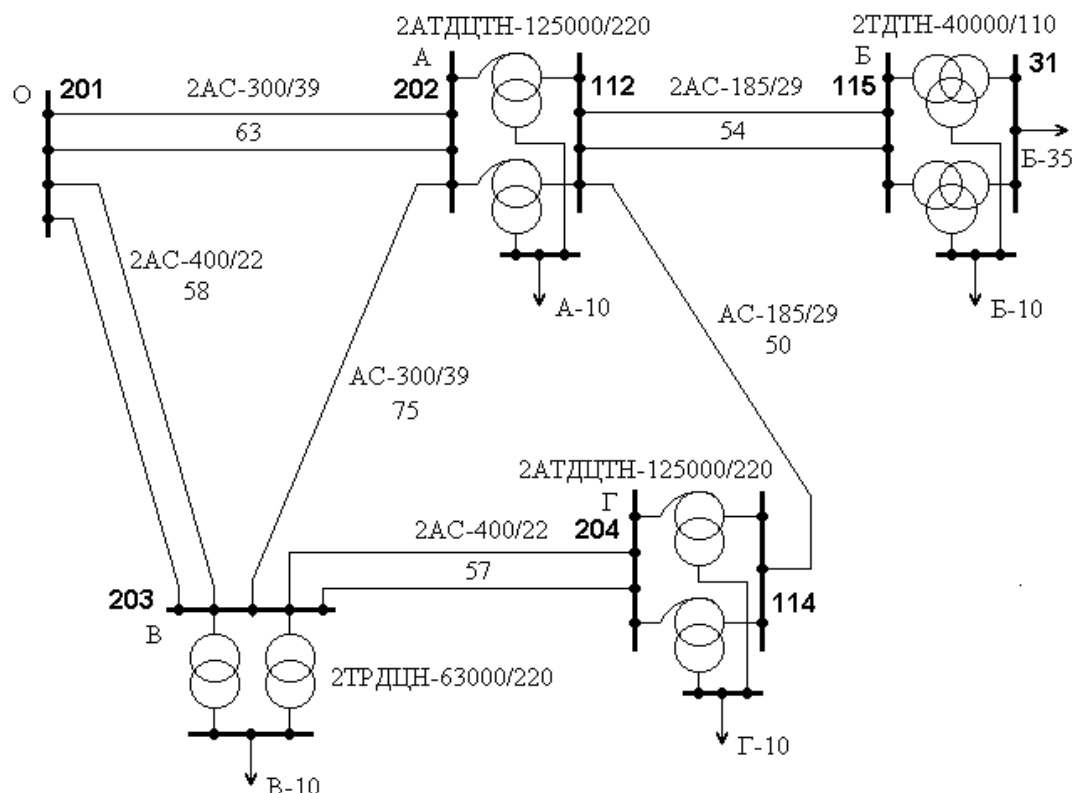


Рис. 1. Схема существующей электрической сети 220/110 кВ (расстояния в километрах).

Полужирным шрифтом обозначены номера узлов для шин, включенных в расчетную схему

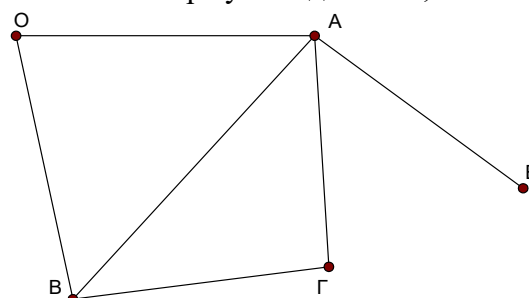


Рис.2. Граф существующей сети

Таблица 4

Состав нагрузки сооружаемых подстанций, %

Подстанция	Максимальная активная мощность, МВт	Состав нагрузки					
		Осветительная нагрузка	Промышленная 3-сменная	Промышленная 2-сменная	Промышленная 1-сменная	Электрифицированный транспорт	Сельскохозяйственное производство
ПС-1	до 40	15	15	30	—	40	—
	свыше 40 до 50	15	15	20	10	40	—
	свыше 50	20	20	15	15	30	—
ПС-2	до 40	20	20	40	10	—	10
	свыше 40 до 50	20	30	10	20	—	20
	свыше 50	15	20	15	30	—	20

ПС-3	до 20	40	10	–	–	–	50
	свыше 10	40	15	–	–	–	45

Таблица 5

Зимние и летние суточные графики характерных дней для новых подстанций, %

Время	ПС-1				ПС-2				ПС-3			
	Зима		Лето		Зима		Лето		Зима		Лето	
	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
0:00	45	43	33	31	45	40	33	32	58	58	37	34
1:00	42	41	24	23	34	32	26	25	50	52	33	32
2:00	43	42	24	23	30	30	23	22	45	46	30	31
3:00	44	44	22	22	30	29	27	27	44	44	28	30
4:00	47	45	25	24	36	35	45	43	46	45	34	35
5:00	53	52	30	30	56	55	60	58	52	50	44	46
6:00	73	71	67	66	78	77	74	73	68	66	52	53
7:00	90	92	76	77	100	99	75	74	80	80	56	55
8:00	100	100	80	81	100	100	72	72	86	85	54	54
9:00	100	100	70	71	96	95	62	60	84	82	50	50
10:00	92	95	68	68	90	88	55	52	80	78	47	48
11:00	91	93	69	70	80	81	50	50	72	70	45	46
12:00	93	90	70	71	70	73	47	45	66	66	43	44
13:00	88	86	68	68	66	67	46	44	65	65	42	45
14:00	87	85	69	68	66	67	45	44	66	65	40	43
15:00	92	94	70	71	66	68	45	45	67	66	41	44
16:00	95	95	68	69	65	68	46	46	70	70	44	46
17:00	100	100	70	72	64	67	48	47	86	85	48	49
18:00	98	95	75	75	72	70	54	52	100	100	55	57
19:00	97	94	80	78	83	80	62	60	98	99	65	65
20:00	96	93	80	78	85	84	65	63	95	96	65	65
21:00	88	86	70	72	80	80	64	62	80	80	60	63
22:00	78	77	48	47	65	64	49	47	68	68	52	43
23:00	58	56	34	35	53	50	35	34	63	62	41	42
Сред- нее	78,75	77,88	57,92	57,92	67,08	66,63	50,33	49,04	70,38	69,92	46,08	46,67

Примечание. 1. Значения активных и реактивных мощностей даны в процентах от $P_{\max}$ и $Q_{\max}$, соответственно. 2. Для контроля расчетов по графикам нагрузки для каждого из графиков в таблице приведены среднесуточные значения.

Цель работы: получить навыки проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей, а также навыки расчета токов короткого замыкания.

Требования к пропускной способности и надежности формулируются следующим образом:

- Передача расчетных максимальных перетоков мощности должна обеспечиваться при полной схеме сети при нормативных уровнях напряжения;
- Передача расчетных длительных перетоков мощности должна обеспечиваться при полной схеме сети и при отключении одного из элементов сети (одной цепи ЛЭП или одного трансформатора).

Экономичность развития и функционирования основывается на выборе варианта, предусматривающего дальнейшее развитие сети без ее коренных изменений и максимальное использование действующих сетей с учетом их возможностей для реконструкции.

При проектировании ВЛ рекомендуется применять стандартное оборудование и материалы и унифицированные или типовые конструкции опор, фундаментов и других элементов линий, прошедшие все требуемые испытания и зарекомендовавшие себя положительно в эксплуатации.

Критерии оценки одной расчетно-графической работы:

20 баллов выставляется за 100% выполненную работу, в которой отсутствуют фактические ошибки. 18 баллов - за работу, в которой допущена 1 фактическая ошибка. 15 баллов – за работу, в которой допущены 2 ошибки. 12 баллов – за работу с 3 ошибками. 10 баллов – за работу с 4 ошибками. 8 баллов – за работу с 5 ошибками. Работа, выполненная более чем с 6 ошибками, не оценивается.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
1	Задания и методические указания к курсовому проектированию по дисциплинам «Электропитающие системы и электрические сети» и «Электрические сети». Нерюнгри, ТИ (ф) СВФУ, 2011		

Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru>

Темы тестов:

Тест №1. Режимы электрической сети.

Тест №2. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе .

Тест №3. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей.

Примеры тестовых заданий

Задание 1:

Две генераторные станции Г1 и Г2 работают на общую нагрузку Н (рисунок 1).

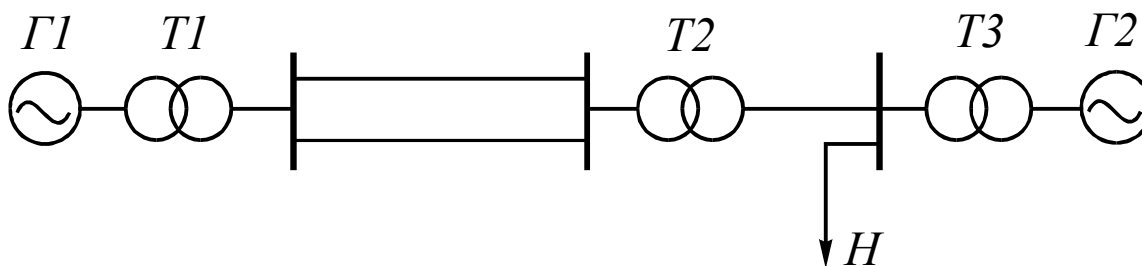


Рисунок 1

На (рисунке 2) представлена эквивалентная схема замещения рассматриваемой системы. Параметры системы и исходного режима, рассчитанные в относительных единицах, следующие: $x_1 = 2.5$; $x_2 = 0.3$; $\dot{S}_{10} = 0.58 + j0.36$; $\dot{S}_{20} = 3.0 + j1.9$; $U_{H0} = 1.0$.

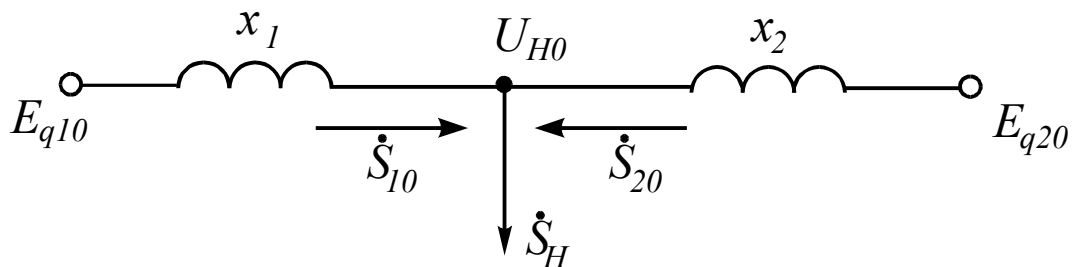


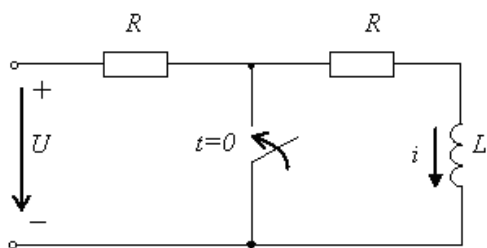
Рисунок 2

1. Построить угловую характеристику мощности генераторной станции Г1, представив нагрузку неизменным сопротивлением.

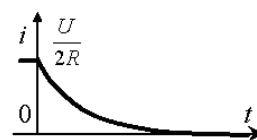
2. Определить предел передаваемой мощности от генераторной станции Г1 и коэффициент запаса устойчивости электропередачи.

Задание 2:

Закону изменения тока на индуктивности после коммутации соответствует кривая на рис.



□ Рис.1



□ Рис.2

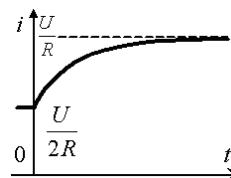
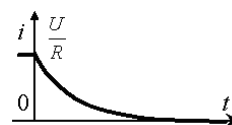


Рисунок 3

Шкала оценивания:

Процент выполненных тестовых заданий	Количество набранных баллов
91% - 100%	20
81% - 90%	16
71% - 80%	14
61% - 70%	10
51% - 60%	8
<50%	0

Темы практических занятий:

1. Выбор вариантов сети, схемы развития и номинальных напряжений
2. Определение сечений проводов и выбор трансформаторов подстанций
3. Составление принципиальной и расчетной схем вариантов
4. Расчет режимов максимумов нагрузок и баланс реактивной мощности

Практические работы представляют собой решение практических задач по перечисленным темам. Варианты заданий выдаются преподавателем.

Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практических заданий	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3	Верное решение всех задач практических работ.	30
	Неверное решение задач.	0

**В таблице приведено количество баллов, которое студент может набрать за выполнение всех практических работ в течение семестра.*

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Лабораторные занятия	40	40	60	знание теории; выполнение лабораторной работы
2	Расчетно-графическая работа	14	20	40	в письменном виде, индивидуальные задания
	Итого:	54	60	100	

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1.1 Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-1.3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	знать: принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей; уметь: определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических	Освоено	Последовательное изложение материала курса. -Умение формулировать обобщение по теме вопросов; -Достаточно полные ответы вопросов; -Умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на вопросы.	Зачтено
		Не освоено	Неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; -Неумение решать задачи, строить характеристики ЭД; -Отсутствие логики и последовательности изложения материала курса; -Неумение формулировать	Не зачтено

	систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети; владеть: навыки проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей, а также навыки расчета токов короткого замыкания.		отдельные выводы и обобщения по теме вопросов -Неумение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответах на вопросы	
--	---	--	---	--

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	зачет
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Зимняя зачетная неделя
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Зачет принимается в устной форме. Учитываются набранные баллы в течение семестра. Зачет принимается на последнем занятии семестра.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 60 баллов минимум, чтобы получить зачет.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Карта обеспеченности литературой

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экзemplаров в библиотеке СВФУ	Контингент студентов
Основная литература				
1	Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]/ - Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.- 32 с.		http://www.iprbookshop.ru/22778 .	11
2	Стрельников Н.А. Электроснабжение промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стрельников Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 100 с.		http://www.iprbookshop.ru/45457	11
Дополнительная литература				
1	Б.И. Кудрин. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Интернет Инжиниринг, 2006.	УМО МО РФ	2	
2	Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 351 с.: ил.	УМО вузов МО РФ	15	
3	Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии- Изд. 2-е.-Ростов н/Д: Феникс, 2008	УМО МО РФ	2	
4	Коновалова Л. Л., Рожкова Л. Д. Электро-снабжение промышленных предприятий и установок. М.: Энергоатомиздат, 2002.	УМО МО РФ		
5	Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – СПб: БХВ-Петербург, 2013.			
6	Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2005. – 320 с.			
7	Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учебное пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 254 с.			
8	Рекомендации по технологическому проектированию воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше (Утверждены Приказом МинэнергоРоссии от 30 июня 2003 года, № 284).			
9	Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ (Утверждены приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 288). – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2004. – 80 с			
10	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. (Утверждены Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24.07.2013 №328н.)– 85 с.			
Периодические издания				
1	Электрика			
2	Малая энергетика			
3	Электричество			
4	Электрические станции			
5	Промышленная энергетика			
6	Энергосбережение			
7	Электромеханика			
8	Проблемы энергетики			
9	Электроника			
10	Электротехника			
11	Электрооборудование			
12	Безопасность труда в промышленности			
Методические разработки вуза				
1	Задания и методические указания к курсовому проектированию по дисциплинам «Электропитающие системы и электрические сети» и «Электрические сети». Нерюнгри, ТИ (ф) СВФУ, 2011			15

Интернет-ресурсы

№	Наименование интернет-ресурса	Автор, разработчики	Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip, rar)	Тип интернет-ресурса	Ссылка (URL) на интернет-ресурс
2	Электrolаборатория	Янсюкевич В.А.			http://www.yanvictor.narod.ru
3	Справочник электрика и энергетика				http://www.elecab.ru/history.shtml

8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины (помещение и оборудование)

№ п/п	Неделя	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Объем часов	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	1-19	Лекционные занятия	лекция	36	A503	DVD
2		Практические занятия	практика	36	A503	DVD
3		Лабораторные занятия	лаб. раб.	18	A503	DVD

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06.02 Электроэнергетические системы и сети

[illegible]

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.