

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент А.В. Белоусов

« 11 / 11 2016 г. »



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составители: д-р техн. наук, доцент  М.А. Авербух

 Е.В. Жилин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 11 » июня 2016 г., протокол № 15

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 16 » июня 2016 г., протокол № 6.13

Председатель: канд. техн. наук, доцент  А.Н. Семернин

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составители: д-р техн. наук, доцент  М.А. Авербух

 Е.В. Жилин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 11 » июня 2016 г., протокол № 15

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 16 » июня 2016 г., протокол № 6.13

Председатель: канд. техн. наук, доцент  А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: физико-математический аппарат, используемый для анализа установившихся и переходных процессов в схемах электроснабжения цеховых электроприемников.</p> <p>Уметь: составлять схемы замещения систем электроснабжения цеховых электроприемников для анализа нормальных и аварийных режимов работы.</p> <p>Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования нормальных и аварийных режимов, выборов коммутационных аппаратов и уставок защит.</p>
Профессиональные			
1	ПК-4	Способность обоснование решений проводить проектных	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные требования, нормы правил устройства электроустановок применяемых при проектирование цеховых систем электроснабжения</p> <p>Уметь: проектировать цеховые системы электроснабжения на основании сведений о электрических нагрузках цеховых электроприемников</p> <p>Владеть: навыками выбора всех элементов цеховой системы электроснабжения, разбираться в ассортименте кабельной продукции, силовых трансформаторов и коммутационной аппаратуры.</p>

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	34	34
лабораторные	0	0
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	57	57
Курсовой проект	0	0
Курсовая работа	0	0
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание	0	0
Другие виды самостоятельной работы	39	39
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика
2	Физика
3	Теоретические основы электротехники
4	Электрические аппараты
5	Электрические измерения
6	Электроснабжение
7	Основы электропривода
8	Управление электромеханическими системами

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электрические станции и подстанции
2	Эксплуатация систем электроснабжения
3	Электроэнергетические системы и сети
4	Эксплуатация электрооборудования станций и подстанций
5	Электромагнитные и электромеханические переходные процессы
6	Электрические измерения
7	Релейная защита и автоматика
8	Коммутационные и защитные аппараты

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа
1. Основные сведения о системах электроснабжения объектов					
1.1	Общие сведения. Электрические параметры электроэнергетических систем. Напряжения электрических сетей.	2	0	0	2
1.2	Структура потребителей и понятие о графиках их электрических нагрузок. Режимы работы нейтралей в системах электроснабжения	2	0	0	2
2. Основное электрооборудование электрических подстанций					

2.1	Основное электрооборудование электрических подстанций. Силовые трансформаторы, преобразовательные агрегаты.	2	0	0	2
2.2	Коммутационная аппаратура напряжением до и выше 1 кВ. Автоматические выключатели в установках напряжением до 1000 В и выше 1000 В. Конструктивные особенности и способы маркировки.	2	0	0	2
3. Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения					
3.1	Показатели графиков электрических нагрузки. Коэффициент использования, коэффициенты включения, загрузки, формы графика нагрузки, заполнения графика.	2	1	0	2
3.2	Расчет электрических нагрузок. Понятие расчетной электрической нагрузки. Расчет электрических нагрузок по коэффициенту расчетной мощности.	2	1	0	2
4. Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения					
4.1	Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения. Баланс активных и реактивных мощностей. Основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях	2	1	0	2
4.2	Источники реактивной мощности. Синхронные двигатели как источник реактивной мощности. Силовые конденсаторы. Регулирование мощности компенсирующих устройств.	2	1	0	2
5. Короткие замыкания в системах электроснабжения.					
5.1	Короткие замыкания в системах электроснабжения. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Переходной процесс при трехфазном коротком замыкании	2	2	0	3
5.2	Основные соотношения между токами при трехфазном коротком замыкании. Система относительных единиц. Расчетные схемы определения результирующих сопротивлений цепи короткого замыкания.	2	2	0	3
6. Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ					
6.1	Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ. Выбор сечения кабельных и воздушных линий по экономической плотности тока и допустимым токам нагрева в нормальном режиме.	2	2	0	3
6.2	Выбор сечения проводников по потере напряжения в нормальном режиме и при пуске наиболее мощного электрически удаленного двигателя. Проверка проводников по термической стойкости токам трехфазного короткого замыкания.	2	2	0	3
7. Выбор аппаратов системы электроснабжения					
7.1	Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением до 1 кВ. Выбор автоматических выключателей, предохранителей, сечения проводов и кабелей с учетом выбора защиты.	2	1	0	2
7.2	Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением выше 1 кВ. Выбор и проверка высоковольтных выключателей, предохранителей, трансформаторов тока и напряжения.	2	1	0	2

7.3	Компоновка распределительных устройств напряжением до и выше 1000 В. Комплектные распределительные устройства напряжением до и выше 1000 В. Комплектные трансформаторные подстанции.	2	2	0	3
8. Качество электроэнергии в системах электроснабжения					
8.1	Качество электроэнергии в системах электроснабжения объектов. Показатели качества электроэнергии	2	0	0	2
8.2	Влияние качества электроэнергии на элементы системы электроснабжения.	2	1	0	2
	ВСЕГО	34	17	0	39

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Основные сведения о системах электроснабжения объектов	Расчет показателей графиков электрических нагрузок	2	2
2	Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения	Расчет и выбор компенсирующих устройств на базе статических батарей конденсаторов и использование синхронных двигателей	2	2
3	Короткие замыкания в системах электроснабжения	Расчет токов КЗ в произвольный момент времени по расчетным кривым	2	2
4		Расчет токов КЗ в сетях и установках напряжением до 1 кВ	2	2
5	Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ	Выбор сечений жил кабелей напряжением выше 1 кВ	2	2
6		Выбор сечений проводов и кабелей напряжением до 1 кВ с учетом выбора защит	2	2
7	Выбор аппаратов системы электроснабжения ⁷	Выбор и проверка предохранителей, разъединителей, выключателей напряжением 6-10 кВ	2	2
8		Выбор автоматических выключателей, предохранителей напряжением до 1 кВ	2	2
9	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	Расчет показателей качества электроэнергии при нелинейных потребителях	1	1
ИТОГО:			17	17

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные сведения о системах электроснабжения цеховых электроприемников	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие виды электроустановок существуют в системе электроснабжения объектов? 2. По каким признакам подразделяются электрические сети? 3. Какие номинальные напряжения установлены в электрических системах? 4. Что такое графики электрических нагрузок потребителей? 5. Какие режимы работы нейтралей применяются в системах электроснабжения?
2	Основное электрооборудование электрических подстанций электрических подстанций	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные типы трансформаторов на понизительных подстанциях? 2. Расшифруйте условное обозначение трансформатора ТРДН-40000/110/6,0? 3. Для какой цели используются преобразовательные агрегаты? 4. Перечислите основные коммутационные аппараты напряжением выше 1 кВ? Перечислите основные коммутационные аппараты напряжением до 1 кВ? 5. Перечислите основные схемы цеховых электрических сетей напряжением до 1 кВ?
3	Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные показатели графиков нагрузок? 2. Что понимается под расчетной электрической нагрузкой? 3. Перечислите методы расчета электрических нагрузок?
4	Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях? 2. Что используется в электрических системах для компенсации реактивной мощности?
5	Короткие замыкания в системах электроснабжения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные причины возникновения коротких замыканий и их последствия? 2. В чем заключается смысл расчетов токов короткого замыкания? 3. Как составляются расчетные схемы для определения результирующих сопротивлений цепи КЗ? 4. Что такое расчетные кривые для типовых турбогенераторов с АРВ? 5. Перечислите, какие виды токов КЗ определяются в сетях и установках напряжением до 1 кВ?

6	Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ	1. По каким параметрам производится выбор сечения кабелей напряжением выше 1 кВ? 2. По каким параметрам производится выбор сечения кабелей напряжением до 1 кВ?
7	Выбор аппаратов системы электроснабжения	1. Как производится выбор автоматических выключателей, предохранителей на напряжение до 1 кВ? 2. Как производится выбор автоматических выключателей, предохранителей на напряжение выше 1 кВ? 3. Как производится выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей на напряжение выше 1 кВ?
8	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	1. Перечислите основные показатели качества электроэнергии? 2. Перечислите дополнительные показатели качества электроэнергии? 3. Перечислите основные виды влияния качества электроэнергии на работу электроприемников?

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

(программой курса выполнение курсовых проектов, курсовых работ не предусмотрено).

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Тема ИДЗ – расчет и построение схемы электроснабжения цеха (участка) промышленного предприятия. Объем – 10-12 стр.

Цель ИДЗ – научить студента рассчитывать схему электроснабжения отдельных участков с регулируемым электроприводом и вспомогательным электрооборудованием.

Основные задачи, решаемые в ИДЗ:

- выбор участковой (цеховой) трансформаторной подстанции;
- расчет и выбор кабельных (воздушных) линий;
- расчет токов короткого замыкания;
- выбор коммутационной аппаратуры;
- компоновка распределительных устройств.

Пример задания ИДЗ

На рис. 1 представлена расчетная схема электроснабжения цеха.

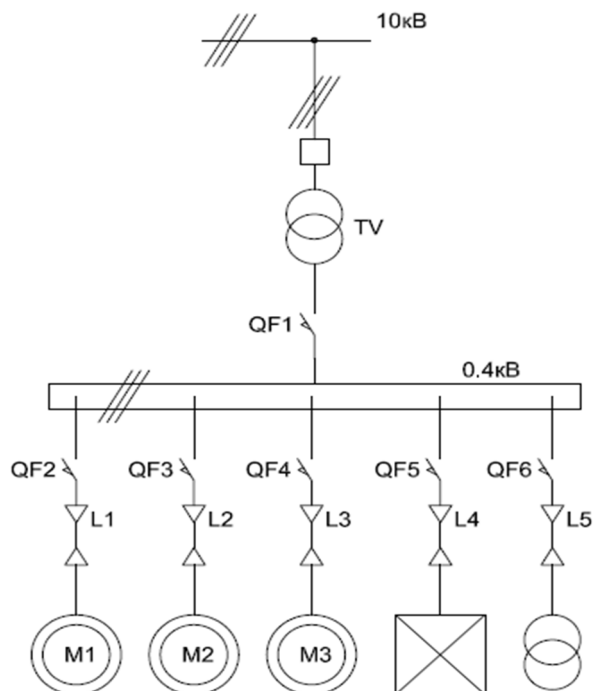


Рис. 1. Расчетная схема электроснабжения цеха

Примерные значения нагрузок цеховой подстанции представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование электроприемника	Тип двигателя	Количество	Номинальная мощность	$\cos\varphi_n$	η_n	Примечание
Подкачивающий насос	4А-18,5	3	18,5	0,88	0,895	S1
Циркуляционный насос	4А-30	1	30	0,89	0,91	S1
Сварочный трансформатор	-	1	36 кВА	0,8	0,8	S3
Технологическая электрическая печь	-	1	46	1	0,82	S1
Электрическая таль	4А-3	1	3	0,83	0,82	S2

5.4. Перечень контрольных работ

(программой курса выполнение контрольных работ не предусмотрено).

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.А. Конюхова. – 10-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 320 с
2. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРО-М, 2006. -214 с. 15экз
3. Конюхова Е.А. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры) [Электронный ресурс] : учебное пособие /

- Е.А. Конюхова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2016. — 159 с. — 978-5-4365-0628-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61647.html>
4. Шлейников В.Б. Электроснабжение силовых электроприемников цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Шлейников, Т.В. Сазонова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 110 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30146.html>
 5. Старкова Л.Е. Справочник цехового энергетика [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / Л.Е. Старкова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2013. — 352 с. — 978-5-9729-0021-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13558.html>
 6. Электроснабжение предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Абрамович [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2015. — 297 с. — 978-5-94211-716-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71713.html>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Кудрин, Б. И. Системы электроснабжения : учеб. пособие для студентов вузов / Б. И. Кудрин. - Москва : Академия, 2011. - 352 с. 10 экз
2. Электротехнический справочник в 4-х т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общей ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др.- 9-е изд.- М.: Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.
3. Сивков А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 174 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34694.html>

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 017- Защита от замыканий на землю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Cahier+Technique&p_File_Id=334073169&p_File_Name=RCT017.pdf&p_Reference=RCT017
2. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 1 - Защита электрических сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pro-schneider.ru/content/files/118.pdf>
3. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 021- Руководство по компенсации реактивной мощности с учетом влияния гармоник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/RCT021/>

4. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 020- Системы заземления в электроустановках низкого напряжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pro-schneider.ru/content/files/138.pdf>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории оснащенной презентационной техникой (проектор, интерактивная доска).

На практических занятиях изучаются приборы для испытания трансформаторного масла на электрический пробой АИМ -70 и АИМ – 90, прибор для определения температуры вспышки паров жидких диэлектриков ТВ-1. Измерение сопротивления изоляции выполняется мегаомметром М1101М.

Ионизационные процессы в газах изучаются с помощью бытового ионизатора “Ароион-25”, ионизатора-электрофилтра “Creen Nara 10” модель: СР-10В и счетчик аэроионов МАС-01. Для измерения напряженности электрического поля используется широкополосный измеритель электрического поля “С.А. 43 (Chauvin frnoux)”.

После завершения теоретического курса проводится экскурсия в ПАО “МРСК Центра”-“Белгородэнерго” с посещением испытательной лаборатории электроизоляционных материалов с целью практического знакомства с высоковольтным оборудованием, способами очистки и определением показателей качества трансформаторного масла, а также методами испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

Для выполнения расчетно-графического задания студенты используют программное обеспечение:

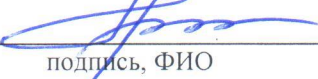
- MathcadPrime 4.0 Express (свободно распространяемое ПО).
- Microsoft Windows 10 Корпоративная (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633/ Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01).

Для самостоятельной работы студентов предусмотрен компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же участием в программах Microsoft Office 365 для образования (студенческий) (№ дог. E04002C51M) с возможностью бесплатной загрузки программного обеспечения Microsoft.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2017/2018 учебный год без изменений.

Протокол № 15 заседания кафедры от «10» 06 2017 г.

Заведующий кафедрой _____  Белоусов А.В.
подпись, ФИО


Директор института _____  Белоусов А.В.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений и дополнений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой _____


подпись, ФИО

Белоусов А.В.

Директор института _____



подпись, ФИО

Белоусов А.В.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС



А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июня 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института _____

подпись, ФИО



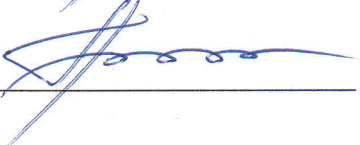
А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЕ

Дополнительные сведения к самостоятельной подготовке студентов

Раздел 1 – Основные сведения о цеховых системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 4-16].

Раздел 2 – Основное электрооборудование электрических подстанций электрических подстанций, литература основная [1, Ст 46-57].

Раздел 3 – Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения, литература основная [1, Ст 118- 129].

Раздел 4 Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 174- 190].

Раздел 5 – Короткие замыкания в системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 192- 123].

Раздел 6 – Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ, литература основная [1, Ст 225- 243].

Раздел 7 – Выбор аппаратов системы электроснабжения, литература основная [1, Ст 254- 256].

Раздел 8 – Качество электроэнергии в системах электроснабжения, литература основная [1, Ст 257- 283].