

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

«31» сентября 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.19 Электроснабжение

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль): Электроснабжение
Программа: бакалавриат
Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Форма обучения:	Очная	Очно- заочная	Заочная
Семестр(ы)	7,8	9,10	9,10
Общая трудоёмкость в з.е./часах	9/324	9/324	9/324
Контактная работа (час.), в том числе:	124	74	50
лекции (час.)	83	38	22
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-	-
лабораторные работы (час.)	33	24	16
Самостоятельная работа (час.), в том числе	128	178	202
курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-	-
Контроль (экзамен/зачёт, час.)	экз.,72час.	экз.,72час.	экз.,72час.

Донецк, 2023 г.

Протокол от «_____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины – получение знаний о построении и режимах работы систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства; получение практических навыков создания оптимальных систем электроснабжения и их эксплуатации; формирование представлений о средствах бесперебойного снабжения электроприемников электроэнергией высокого качества.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: терминологию, основные понятия и определения; основные сведения об электрических приемниках и источниках питания промышленного предприятия; методы расчета электрических нагрузок потребителей электроэнергии; назначение и особенности электрических сетей электроснабжения предприятий напряжением до и выше 1000 В; основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий;

уметь: определять расчетные электрические нагрузки на разных уровнях систем электроснабжения; выполнять расчеты рабочих и послеаварийных режимов схем электроснабжения промышленных предприятий; выполнять технико-экономические расчеты различных вариантов схем электроснабжения промышленных предприятий; уметь выбирать основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий; работать над проектами силовой и осветительной сети цеха;

владеть: навыками работы со справочной литературой и нормативно–техническими работами со справочной литературой и нормативно-техническими материалами; принципами построения схем систем электроснабжения различных объектов; методами расчета электрических нагрузок, электрических сетей, выбора основного электрооборудования.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности (ПК-3);
- способен рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов (ПК-4);
- способен использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-5).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин «Потребители электрической энергии», «Коммутационные аппараты и электрооборудование систем электроснабжения», «Светотехнические установки и системы», «Проектирование систем электроснабжения».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин – «Методы оценки надежности электрооборудования», «Техника высоких напряжений», прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/очно-заочная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Требования к системам электроснабжения.	10/12/10	4/2/0	0/0/0	-/-/-	6/10/10
Тема 2. Принципы построения систем электроснабжения.	10/12/13	4/2/1	0/0/0	-/-/-	6/10/12
Тема 3. Схемы внешнего электроснабжения.	10/12/13	4/2/1	0/0/0	-/-/-	6/10/12
Тема 4. Режимы нейтрали в электроустановках напряжением выше 1000 В.	18/16/15	8/2/1	2/2/2	-/-/-	8/12/12
Тема 5. Компенсация реактивной мощности.	20/18/15	5/2/1	7/4/2	-/-/-	8/12/12
Тема 6. Канализация энергии.	14/12/12	6/2/0	0/0/0	-/-/-	8/10/12
Тема 7. Токи короткого замыкания. Ограничение токов короткого замыкания.	12/14/12	4/2/0	2/0/0	-/-/-	6/12/12
Тема 8. Качество электроэнергии.	16/16/15	6/2/1	2/2/2	-/-/-	8/12/12
Тема 9. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников.	16/16/13	4/2/1	4/4/0	-/-/-	8/10/12
Тема 10. Мероприятия и технические средства повышения качества электрической энергии.	12/12/12	4/2/0	0/0/0	-/-/-	8/10/12
Тема 11. Самозапуск электродвигателей.	10/12/12	2/2/0	0/0/0	-/-/-	8/10/12
Тема 12. Схемы электроснабжения в сетях напряжением до 1000 В.	14/14/16	2/2/2	4/2/2	-/-/-	8/10/12
Тема 13. Определение электрических нагрузок на разных уровнях электроснабжения.	20/20/20	6/4/4	6/6/4	-/-/-	8/10/12
Тема 14. Цеховые трансформаторные подстанции. Конструктивное исполнение цеховых электрических сетей.	14/14/16	6/4/4	0/0/0	-/-/-	8/10/12
Тема 15. Выбор электрических аппаратов и сечений проводников цеховой сети.	16/14/16	6/2/2	2/2/2	-/-/-	8/10/12
Тема 16. Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1000 В.	14/12/14	6/2/2	0/0/0	-/-/-	8/10/12
Тема 17. Системы заземлений в сети напряжением до 1000 В.	18/14/16	6/2/2	4/2/2	-/-/-	8/10/12
Контактная работа (дополнительная)	8/12/12				
Курсовая работа (проект)	-/-/-				
Итого по видам занятий	252	83/38/22	33/24/16	-/-/-	128/178/202
Контроль	72/72/72				
Итого:	324				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-3	Темы 1,2,3,5,6,7,12-16
ПК-4	Темы 7,11,13,16
ПК-5	Темы 4,5,8,9,10,17

3.2 Лекции

Тема 1. Требования к системам электроснабжения.

Содержание темы 1:

Предмет курса. Общие требования к системам электроснабжения. Особенности электроснабжения городов, сельского хозяйства, железнодорожного транспорта. Понятие активной и реактивной мощности. Категории электроприемников. Допустимые перерывы питания. Классификация электроустановок согласно ПУЭ.

Литература к теме 1:[1-4]

Тема 2. Принципы построения систем электроснабжения.

Содержание темы 2:

Построение схемы электроснабжения. Принцип неучета совпадений независимых аварий. Принцип «горячего» резерва. Принцип раздельной работы. Принцип максимального приближения высокого напряжения к потребителям (глубокий ввод). Принцип повышения надежности путем упрощения схем коммутации.

Литература к теме 2: [1-4]

Тема 3. Схемы внешнего электроснабжения.

Содержание темы 3:

Классификация электрических сетей. Режимы работы электрических сетей. Схемы и конструктивное исполнение главных понизительных и распределительных подстанций. Параллельная работа трансформаторов. Применение автотрансформаторов

Литература к теме 3: [1-4]

Тема 4. Режимы нейтрали в электроустановках напряжением выше 1000 В.

Содержание темы 4: Выбор режима нейтрали в электроустановках до и выше 1000 В. Трехфазные сети с незаземленными (изолированными) нейтральями. Трехфазные сети с резонансно-заземленными (компенсированными) нейтральями. Последствия замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Контроль изоляции. Трехфазные сети с эффективно-заземленными нейтральями. Сети с глухозаземленными нейтральями.

Литература к теме 4:[1-4]

Тема 5. Компенсация реактивной мощности.

Содержание темы 5:

Режимы реактивных нагрузок. Естественный $\cos \varphi$ и меры по его повышению. Принцип поперечной компенсации. Принцип продольной компенсации. Применение конденсаторов. Особенности работы конденсаторных установок. Синхронные компенсаторы. Источники реактивной мощности. Регулирование реактивной мощности.

Литература к теме 5:[1-4]

Тема 6. Канализация энергии.

Содержание темы 6:

Конструктивное исполнение электрических сетей. Воздушные, кабельные линии. Способы прокладки кабеля. Допустимые нагрузки кабелей. Токопроводы.

Литература к теме 6: [1-4]

Тема 7. Токи короткого замыкания. Ограничение токов короткого замыкания.

Содержание темы 7:

Расчет токов КЗ в сетях напряжением до и выше 1000 В. Задачи уменьшения токов КЗ. Способы уменьшения токов КЗ. Секционирование электрических сетей. Применение реакторов.

Литература к теме 8: [1-14]

Тема 8. Качество электроэнергии.

Содержание темы 8:

Понятие качества электроэнергии и электромагнитной совместимости, показатели качества электроэнергии. Отклонение частоты. Отклонения напряжения. Колебания напряжения. Доза фликера напряжения. Несимметрия напряжения. Несинусоидальность напряжения.

Литература к теме 8: [1-4]

Тема 9. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников.

Содержание темы 9:

Влияние отклонения частоты в энергосистеме на работу электроприемников. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников. Статические характеристики асинхронных двигателей. Влияние колебаний напряжения на работу электроприемников. Влияние несимметрии и несинусоидальности напряжения на работу электроприемников.

Литература к теме 9: [1-4]

Тема 10. Мероприятия и технические средства повышения качества электрической энергии.

Содержание темы 10:

Регулирование напряжения: на шинах электростанций и подстанций. Установки продольной и поперечной компенсации реактивной мощности. Основные способы уменьшения влияния несинусоидальности напряжения. Фильтрокомпенсирующие устройства. Ограничители перенапряжений.

Литература к теме 10: [1-14]

Тема 11. Самозапуск электродвигателей.

Содержание темы 11:

Суть самозапуска. Особенности группового самозапуска. Ресинхронизация.

Литература к теме 11: [1-14]

Тема 12. Схемы электроснабжения в сетях напряжением до 1000 В.

Содержание темы 12:

Выбор напряжения сети до 1000 В. Магистральные, радиальные, смешанные сети.

Литература к теме 12: [1-4]

Тема 13. Определение электрических нагрузок на разных уровнях электроснабжения.

Содержание темы 13:

Приведение 1-фазных нагрузок к условной 3-фазной мощности. Метод расчетных кривых. Расчет нагрузок на первом, втором и третьем уровнях системы электроснабжения. Расчет пиковых токов.

Литература к теме 13: [4,5]

Тема 14. Цеховые трансформаторные подстанции. Конструктивное исполнение цеховых электрических сетей.

Содержание темы 14:

Схемы цеховых трансформаторных подстанций. Типы подстанций. Выбор трансформаторов для цеховых подстанций. Конструктивное исполнение цеховых электрических сетей. Конструкция закрытых магистральных шинопроводов переменного тока. Установка шинопроводов. Выбор шинопроводов. Распределительные магистральные сети. Модульные проводки. Выбор распределительных пунктов. Троллейные линии. Выбор троллейных шинопроводов. Питание подъёмно-транспортных устройств. Расчёт троллейных линий.

Литература к теме 14: [1,3,4,5]

Тема 15. Выбор электрических аппаратов и сечений проводников цеховой сети.

Содержание темы 15:

Выбор сечений проводников по нагреву. Выбор сечений проводников по потере напряжения. Устройство, преимущества и недостатки предохранителей и автоматических выключателей. Условия выбора предохранителей и автоматических выключателей. Согласование выбранного сечения проводника с аппаратом защиты.

Литература к теме 15: [1-14]

Тема 16. Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1000 В.

Содержание темы 16:

Особенности расчета токов КЗ на напряжении до 1000 В. Расчет токов трехфазного и однофазного короткого замыкания.

Литература к теме 16: [1-5]

Тема 17. Системы заземлений в сети напряжением до 1000 В.

Содержание темы 17:

Разновидности систем заземлений. Система TN, подсистемы TN-C, TN-S, TN-C-S; система TT; система IT. Защитное заземление. Защитное зануление. Расчет заземляющего устройства цеховой подстанции.

Литература к теме 17: [1-14]

3.3 Практические (семинарские) занятия по дисциплине в учебном плане не запланированы

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очн- заочн/заочн	Лите- ратура
1	Исследование влияния отклонений напряжения на работу асинхронного двигателя	2/2/2	[1-15]
2	Исследование влияния несимметрии напряжения на работу асинхронного двигателя	2/2/2	[1-15]
3	Исследование влияния высших гармоник на работу конденсаторов	2/2/2	[1-15]
4	Определение эксплуатационных показателей нагрузки электропривода	2/0/0	[1-15]
5	Исследование случайных импульсных графиков электрической нагрузки	2/0/0	[1-15]
6	Исследование отклонений напряжения в лаборатории	3/2/0	[1-15]
7	Исследование режимов нейтрали сети до 1000 В	4/2/2	[1-15]
8	Исследование режимов нейтрали сети выше 1000 В	2/2/2	[1-15]
9	Исследование потребления реактивной мощности асинхронным двигателем	2/2/0	[1-15]
10	Исследование естественной компенсации реактивной мощности изменением схемы включения обмоток асинхронного двигателя	2/2/2	[1-15]
11	Исследование поперечной компенсации реактивной мощности	2/2/2	[1-15]
12	Исследование продольной компенсации реактивной мощности	2/2/2	[1-15]
13	Исследование реактивных нагрузок синхронного двигателя	2/0/0	[1-15]
14	Исследование автоматической компенсации реактивной мощности	2/0/0	[1-15]
15	Исследование режимов работы токоограничивающих реакторов	2/0/0	[1-15]
Итого:		33/20/16	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/очн- заочн/заочн
1	Изучение лекционного материала	75/100/110
2	Подготовка к практическим занятиям	-/-/-
3	Подготовка к лабораторным работам	44/69/74
4	Выполнение курсового проекта	-/-/-
5	Выполнение курсовой работы	-/-/-
6	Выполнение индивидуального задания	9/9/18
Итого:		128/178/202

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Для оценки уровня практического применения изученного теоретического материала предусматривается выполнение расчётной работы.

Тематика задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые рассматриваются на лекциях, лабораторных занятиях, а также изучаются студентом самостоятельно.

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 15 страниц формата А4 (210×297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену

1. Общие требования к системам электроснабжения.
2. Принципы резервирования.
3. Категории электроприемников.
4. Выбор напряжения.
5. Техничко-экономические расчеты в электроснабжении.
6. Экономическая плотность тока.
7. Выбор места расположения цеховых трансформаторных подстанций.
8. Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых ТП.
9. Определение пикового тока.
10. Потери мощности и энергии в элементах системы электроснабжения.
11. Потребители реактивной мощности и меры по ее уменьшению
12. Средства компенсации реактивной мощности.

13. Выбор КУ и места их размещения.
14. Отклонения частоты, напряжения, несимметрия, несинусоидальность, колебания напряжения – чем характеризуются, причины возникновения.
15. Отклонения частоты, напряжения, несимметрия, несинусоидальность, колебания напряжения – влияние на электроприемники.
16. Отклонения частоты, напряжения, несимметрия, несинусоидальность, колебания напряжения – способы уменьшения.
17. Методы определения расчетных электрических нагрузок.
18. Метод расчетных кривых.
19. Графики электрических нагрузок. Назначение и классификация графиков нагрузок.
20. Графики электрических нагрузок. Коэффициент использования, включения, загрузки, формы.
21. Графики электрических нагрузок. Понятие средней и эффективной нагрузки.
22. Схемы цеховой электрической сети. Требования к выбору схемы.
23. Схемы питающей и распределительной цеховой силовой сети.
24. Выбор сечений проводов и кабелей.
25. Выбор сечения проводников по нагреву.
26. Расчет сети по потере напряжения.
27. Проверка кабеля на термическую стойкость.
28. Выбор сечения проводников распределительной сети напряжением до 1 кВ.
29. Особенности расчетов токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1 кВ.
30. Выбор электрических аппаратов. Общие положения.
31. Выбор автоматических выключателей.
32. Выбор предохранителей.
33. Согласование выбранного сечения проводников электрической сети напряжением до 1 кВ с выбранными аппаратами защиты.
34. Режимы нейтрали в электрических сетях.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»
 Уровень высшего профессионального образования: бакалавриат

Направление подготовки:	(бакалавриат, специалитет, магистратура) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (код, название)
Направленность (профиль):	Электроснабжение (название)
Семестр:	7(9)
Учебная дисциплина:	Электроснабжение

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Отклонения частоты – чем характеризуются, причины возникновения.
2. Проверка кабеля на термическую стойкость.
3. На подстанции установлены два трансформатора типа ТМ с номинальной мощностью $S_{\text{т ном}} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$. Полная мощность нагрузки $S = 1400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$, коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,75$. На стороне 0,4 кВ подстанции установлены две конденсаторные батареи (по одной на каждую секцию шин), каждая мощностью $Q_{\text{к}} = 150 \text{ квар}$. Определить мощность нагрузки с учетом компенсации.

Утверждено на заседании кафедры

Электроснабжение промышленных предприятий и городов
(наименование кафедры полностью)

Протокол	№	от	
Зав. кафедрой			Левшов А.В.
	(подпись)		(Ф.И.О.)
Экзаменатор			Якимишина В.В.
	(подпись)		(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

В каждом билете содержится два теоретических вопроса (задание №1 и №2) и задача (задание №3). Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,3; 0,3 и 0,4. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-балльной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится при представлении полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену. В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,3, 0,3 и 0,4. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 90, 80 и 85, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет: $0,3 \cdot 90 + 0,3 \cdot 80 + 0,4 \cdot 85 = 85$ баллов.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS.

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	
		Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере лабораторной работы №1 «Исследование влияния отклонений напряжения на работу асинхронного двигателя»

1. На какие характеристики асинхронного двигателя влияют отклонения напряжения на его зажимах?
2. Объясните полученные в результате эксперимента зависимости.
3. Какие отклонения напряжения допускаются ГОСТ?
4. В чем заключается опасность работы электродвигателей при отклонениях напряжения, которые выходят за допустимые пределы?
5. Принцип действия асинхронного двигателя?
6. Как изменяется величина момента на валу асинхронного двигателя при изменении напряжения в сети?
7. Почему во время пуска двигателя на пониженном напряжении ток уменьшается, а при понижении напряжения во время его работы ток увеличивается?

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Электроснабжение предприятий : учебное пособие / Б. Н. Абрамович, Ю. Л. Жуковский, Ю. А. Сычев, Д. А. Устинов ; под редакцией Я. Э. Шклярский. — Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 297 с. — ISBN 978-5-94211-716-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71713.html>
2. Белоусов, А. В. Электроснабжение : учебное пособие / А. В. Белоусов, А. В. Сапрыка. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 155 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80454.html>
3. Куксин, А. В. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / А. В. Куксин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 156 с. — ISBN 978-5-9729-0524-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115001.html>
4. Стрельников, Н. А. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Н. А. Стрельников. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 100 с. — ISBN 978-5-7782-2193-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45457.html>

II. Дополнительная литература

5. Котенев, В. И. Короткие замыкания в системах электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие / В. И. Котенев, А. В. Котенев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 124 с. — ISBN 978-5-7964-2187-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111377.html>
6. Электроснабжение. Выбор и проверка токоведущих частей и коммутационных аппаратов : методические указания к практическим и курсовой работам / составители Т. В. Синюкова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 63 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55183.html>
7. Фризен, В. Э. Расчет и выбор электрооборудования низковольтных распределительных сетей промышленных предприятий : учебное пособие / В. Э. Фризен, С. Л. Назаров ; под редакцией Ф. Н. Сарапулова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 180 с. — ISBN 978-5-7996-2479-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106506.html>

8. Ключкова, Н. Н. Электроснабжение цеха : учебно-методическое пособие / Н. Н. Ключкова, А. В. Обухова, А. Н. Проценко. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 144 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91162.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

8. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплинам «Электроснабжение» и «Электроснабжение промышленных предприятий»: для обучающихся по программе бакалавриата направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов ; сост. В. В. Якимишина, А.В. Левшов. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. (Доступ через личный кабинет студента).

9. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Электроснабжение» : для обучающихся по программе бакалавриата направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов ; сост. В. В. Якимишина, А.В. Левшов. — Донецк : ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. (Доступ через личный кабинет студента).

10. Методические указания для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Электроснабжение» и «Проектирование систем электроснабжения» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов; сост.: Э.Г. Куренный, И.А. Бершадский, Н. М. Халявинская. — Донецк: ДОННТУ, 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. (Доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR BOOKS – <http://www.iprbookshop.ru/>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная лекционная аудитория № 8.411 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: специализированная мебель: доска аудиторная, парты, мультимедийный проектор, экран, компьютер AMD Athlon 64, 1800 MHz (9 x 200) 3000+, Asus A8V, VIA K8T800Pro, 1024 МБ (2x512 МБ PC3200 DDR SDRAM), GeForce FX 5500 (128 МБ), Realtek C850 @ VIA AC'97, SAMSUNG SP2504C SCSI Disk Device (250 Gb), SyncMaster 763MB, Windows XP, Libreoffice 5.1.0 (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Mozilla Firefox (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0).

2. Учебная аудитория № 8.404 учебный корпус 8 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: столы аудиторные, стулья ученические, демонстрационное и действующее оборудование: вольтметр (27 шт.); амперметр (21 шт.); ваттметр (5 шт.); ключи управления (14 шт.); фазометр (2 шт.); прибор учета электрической энергии (3шт.); включающиеся часы (1шт.); самопишущий прибор (2 шт.); автомат (11 шт.); двигатель-генератор (4 шт.); трансформатор тока (4 шт.); трансформатор напряжения (6 шт.); пускатель (6 шт.); фазометр лабораторный (1 шт.); автотрансформатор (1шт.); контактор (2 шт.); реле (2шт.).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организа-

ции: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).