

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.5 Электроэнергетические системы и сети

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы
по направлению подготовки**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
направленность (профиль) «Высоковольтные электроэнергетика и
электротехника»**

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

высшее образование – бакалавриат

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

бакалавр

квалификация

очная

форма обучения

2016

год набора

Составитель:

Морозов И.Н., канд. техн. наук, доцент
кафедры физики, биологии и
инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,
биологии и инженерных технологий
(протокол № 1 от «24» января 2017 г.)

Зав. кафедрой



Николаев В.Г.

подпись

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) – Целью изучения дисциплины является получение необходимых знаний в области проектирования электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов: изучение теории передачи электрической энергии переменным током, физику процессов, происходящих в электрических сетях и системах, способы моделирования элементов и электрической сети в целом, методы расчётов их эксплуатационных режимов, а также дать представление о требованиях к улучшению режимов электрических сетей и об условиях оптимального управления ими.

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.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

- 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;

- иметь навыки проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
 - способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
 - способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9).

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Курс «Электроэнергетические системы и сети» является обязательным.

Теоретическую и методологическую основу дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» составляют:

Высшая математика;

Физика;

Теоретические основы электротехники;

Общая энергетика;

Электрические машины;

Электротехническое и конструкционное материаловедение.

Освоение данной дисциплины необходимо как совместное, так и предшествующее для следующих дисциплин учебного плана:

Электрические станции и подстанции;

Релейная защита электроэнергетических систем;

Преддипломная практика.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Курсы работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
4	7	3	108	32	32	16	80	-	28	-	-	Зачет
4	8	4	144	40	30	-	70	-	38	-	36	Экзамен
Итого:		7	252	72	62	16	150	-	66	-	36	Экзамен

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях.	4	4	-	8	-	7
2	Понятие режима электрической сети и задачи расчета режимов сети	6	6	2	14	-	7
3	Схемы замещения элементов	10	12	2	24	-	7

	электрических сетей и их параметры.					
4	Расчет установившихся нормальных и послеаварийных режимов электрических сетей различной конфигурации.	12	6	2	20	- 7
5	Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе. Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах ЭЭС.	8	6	2	16	- 7
6	Основы построения схем систем передачи и распределения электрической энергии. Качество электроэнергии и его обеспечение.	8	10	2	20	- 7
7	Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности	8	6	2	16	- 7
8	Основные мероприятия, направленные на снижение потерь электроэнергии.	8	6	2	16	- 7
9	Технико-экономические основы проектирования электрических сетей. Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.	8	6	2	16	- 10
	Итого:	72	62	16	150	- 66
	Экзамен					36

Содержание разделов дисциплины

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

Раздел 1. Основные понятия, термины, определения

Предмет курса «Электроэнергетические системы и сети». Общие задачи электроэнергетики и её особенности. Энергетическая и электрическая (электроэнергетическая) системы, электрическая сеть. Классификация электрических сетей. Технико-экономические преимущества создания энергосистем и энергообъединений.

Тема 1. Понятие режима электрической сети и задачи расчета режимов сети.

Раздел 1. Напряжения элементов электрической сети

Номинальные напряжения электропотребителей и электроустановок электрических систем. Предельно допустимые напряжения в электрических сетях. Режимы нейтралей электрических сетей различных номинальных напряжений.

Раздел 2. Принципы конструктивного исполнения линии электропередачи.

Основные элементы конструкций и параметров воздушных линий (ВЛ) различного класса напряжения. Провода и тросы ВЛ. Характеристика материалов, марки, стандартный ряд сечений. Основные типы опор ВЛ. Расположение проводов и защитных тросов на опорах. Изоляция ВЛ. Кабельные линии, виды кабельной канализации, области применения. Типы и конструкции кабелей и их марки.

Тема 3. Схемы замещения элементов электрических сетей и их параметры.

Раздел 1. Характеристика и расчёт параметров схем замещения воздушных и кабельных линий

Представление электрических систем (ЭС) с помощью схем замещения. Схемы замещения ВЛ различного номинального напряжения. Характеристика и определение параметров схем замещения. Схемы замещения кабельных линий. Определение параметров схем замещения ВЛ со стальными проводами.

Раздел 3. Параметры и схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.

Типы, условные обозначения, принципиальная схема, схема замещения, физическая суть её элементов. Определение параметров схем замещения двухобмоточных трехфазных трансформаторов.

Раздел 4. Параметры и схема замещения трёхобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.

Типы исполнения. Принципиальная схема, схема замещения. Расчет параметров схемы замещения.

Раздел 5. Двухобмоточные трансформаторы с расщепленными обмотками низшего напряжения

Назначение. Условные обозначения. Принципиальная схема, схема замещения, определение параметров схемы замещения.

Раздел 6. Представление компенсирующих устройств.

Реакторы и конденсаторы в схемах ЭС. Назначение, типы, схемы замещения, параметры схемы замещения.

Раздел 7. Представление электрических нагрузок (ЭН) в схемах замещения ЭС.

Представление ЭН постоянной мощностью и постоянным током. Представление нагрузок с помощью сопротивлений и проводимостей.

Тема 4. Расчёт и анализ установившихся нормальных и послеаварийных режимов электрических сетей различной конфигурации.

Раздел 1. Задачи расчёта и анализа установившихся режимов электрической сети.

Исходные данные для расчёта. Однофазные и трехфазные мощности. Определение трехфазной мощности электроустановок при соединении их схем в звезду и треугольник. Математическая постановка задачи.

Раздел 2. Анализ режима участка электрической сети.

Определение потерь мощности в продольных и поперечных элементах схем замещения. Характеристика и определение потерь мощности в элементах электрических сетей. Падение и потери напряжения в линии.

Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей.

Расчет нормального режима ЛЭП при различных способах задания исходных данных.

Векторные диаграммы мощностей и напряжений.

Раздел 3. Расчёт и анализ установившихся режимов разомкнутых электрических сетей.

Расчет установившегося режима ЛЭП с несколькими электрическими нагрузками. Режим холостого хода ЛЭП. Расчет режима сети с различными номинальными напряжениями.

Векторные диаграммы.

Раздел 4. Расчёт и анализ установившихся режимов простых замкнутых сетей

Расчёты нагрузки и схемы электрических сетей. Расчёт электрического режима простейшей замкнутой сети. Правило моментов.

Тема 5. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.

Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах ЭЭС.

Раздел 1. Методы расчёта и анализа потерь электрической энергии.

Получение графиков ЭН. Графики нагрузок по продолжительности. Потребляемая (выработанная) электроэнергия. Общая характеристика и классификация потерь. Основные методы определения потерь электроэнергии.

Тема 6. Основы построения схем систем передачи и распределения электрической энергии. Качество электроэнергии и его обеспечение.

Раздел 1. Требования к схемам электрических сетей

Классификация потребителей по требуемой надёжности электроснабжения. Принципиальные схемы разомкнутых и замкнутых сетей. Области применения. Способы присоединения тупиковых, транзитных и узловых подстанций к электрической сети. Типовые схемы распределительных устройств.

Раздел 2. Общая постановка и характеристика задачи технико-экономических расчётов

Основные и удельные технико-экономические показатели электрических сетей. Критерии выбора оптимального варианта сооружения, реконструкции и развития электрической сети. Метод приведенных затрат в статической постановке. Себестоимость передачи электроэнергии.

Раздел 3. Выбор сечения проводов и жил кабелей

Метод экономической плотности тока. Метод экономических интервалов для выбора сечения проводов и жил кабелей. Определение сечений проводов местных сетей по допустимой потере напряжения.

Раздел 4. Показатели и нормы качества электроэнергии

Межгосударственный стандарт ГОСТ 13109-97 на качество электроэнергии. Область применения. Влияние качества электрической энергии на работу электропотребителей и сетей.

Тема 7. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Компенсация реактивной мощности.

Раздел 1. Баланс активной и реактивной мощности и уровень частоты и напряжения в электроэнергетической системе

Качественная и количественная оценка взаимосвязи балансов активной и реактивной мощностей и уровней частоты и напряжения в электроэнергетической системе. Первичное и вторичное регулирование частоты. Лавина напряжений. Связь между напряжениями начала и конца ЛЭП. Падение напряжения, потери напряжения. Векторная диаграмма. Работа линии на холостом ходу. Расчет параметров режимов разомкнутых электрических сетей. Расчетная нагрузка узла. Расчет параметров режимов сети с двухсторонним питанием (замкнутой (кольцевой) сети). Методы расчета параметров режимов сложных электрических сетей.

Тема 8. Основные мероприятия, направленные на снижение потерь электроэнергии.

Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях. Метод оперативных расчетов. Метод характерных суток. Метод средних нагрузок. Метод определения потерь электроэнергии по времени наибольших потерь.

Тема 9. Технико-экономические основы проектирования электрических сетей. Выбор конфигураций схем и основных параметров электрических сетей.

Раздел 1. Основы регулирования режимов систем передачи и распределения электрической энергии

Показатели качества электроэнергии. Регулирование и изменение напряжения в электроэнергетической системе. Централизованное регулирование напряжения. Принципы встречного (согласного) регулирования напряжения. Регулирование, изменение напряжения с помощью коэффициента трансформации. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Применение устройств продольной емкостной компенсации. Компенсация реактивной мощности. Гибкие системы передачи энергии переменного тока (FACTS).

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Основная литература:

- Горелов С. В., Горелов В. П., Иванова Е. В. Системы электроснабжения водного транспорта и предприятий: учебник. Директ-Медиа, 2015. 513 с. - [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=428239

2. Привалов Е. Е. Диагностика электроэнергетического оборудования: учебное пособие. Директ-Медиа, 2015. 227 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=428595

Дополнительная литература:

1. Ершов Ю. А., Халезина О. П., Малеев А. В., Перехватов Д. П. Электроэнергетика: релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие. Сибирский федеральный университет, 2012. 68 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=363895
2. Пилипенко В. Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебно-методическое пособие. ОГУ, 2014. 124 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=330565
3. Антонов С. Н., Коноплев Е. В., Коноплев П. В. Проектирование электроэнергетических систем: учебное пособие. Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. 101 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277453
4. Лыкин А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие. НГТУ, 2013. 227 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=228767

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);
- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);
- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows.

2. Microsoft Office / LibreOffice.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Электронная база данных Scopus.

7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>

2. Электронный справочник "Информио" для высших учебных заведений <http://www.informio.ru/>

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.