

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Направление 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
13.03.02\_02 «Электрические станции»**

Выпускающий институт: Энергетики и транспортных систем  
Выпускающая кафедра (выпускающие кафедры): Электрические станции и автоматизация энергетических систем  
Руководитель (руководители) ООП – Ванин Валерий Кузьмич

Квалификация, присваиваемая выпускникам: бакалавр  
Направленность ООП: Электрические станции

### ***Планируемые результаты освоения***

Бакалавры, подготовленные по направлению «Электроэнергетика и электротехника» и профилю «Электрические станции», должны иметь полное представление об электрической части станций всех типов: об основном и вспомогательном электротехническом оборудовании и режимах его работы, о схемах электрических соединений основного оборудования и схемах электроснабжения электроприемников собственных нужд, о сетях и источниках надежного питания, о специальных режимах мощных блочных атомных и тепловых электростанций, о выборе мощности основных, резервных и аварийных источников питания, о системе оперативного тока и дистанционного управления, о компоновках и конструкциях распределительных устройств, о заземлении. Полное представление об электрической части станций необходимо, поскольку бакалавры данного направления эксплуатируют и проектируют электростанции, взаимодействуя со специалистами на содержательном уровне.

### ***Цель и концепция программы***

Подготовка квалифицированных кадров к деятельности, требующей фундаментальной подготовки и знаний в области электроэнергетики, в том числе к проектно-конструкторской, производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности.

Область профессиональной трудовой деятельности выпускника-бакалавра включает в себя предприятия по производству, передаче, распределению, преобразованию и применению электрической энергии, по управлению потоками энергии, разработке и изготовлению элементов, устройств и систем, реализующих эти процессы.

### ***Условия обучения***

Срок обучения при очной форме обучения составляет 4 года, при заочной – 5 лет, при очно-заочной – 4 года. Обучение производится на бюджетной и контрактной основах.

### ***Учебный план***

| Наименование дисциплины/модуля | Трудоемкость,<br>з.е. |
|--------------------------------|-----------------------|
| Иностранный язык               | 7.5                   |
| История                        | 4                     |
| Философия                      | 4                     |
| Экономика                      | 2                     |
| Математика                     | 13.5                  |
| Информатика                    | 5                     |
| Физика                         | 11                    |
| Химия                          | 3                     |
| Экология                       | 2                     |

|  |     |
|--|-----|
| Теоретические основы электротехники  | 13  |
| Электрические машины   | 8.5 |
| Общая энергетика   | 3.5 |
| Электротехническое и конструкционное материаловедение. Ч.1   | 3   |
| Электротехническое и конструкционное материаловедение. Ч.2   | 3   |
| Безопасность жизнедеятельности   | 3.5 |
| Электрические станции и подстанции   | 4.5 |
| Электроэнергетические системы  | 4.5 |
| Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем   | 3.5 |
| Техника высоких напряжений   | 5   |
| Электроснабжение   | 3.5 |
| Физическая культура  | 2   |
| История электротехники и электроэнергетики   | 4   |
| Основы менеджмента и маркетинга  | 2   |
| Культурология  | 2.5 |
| Теоретическая механика   | 4.5 |
| Компьютерные технологии  | 3   |
| Математические задачи энергетики   | 4   |
| Физические основы электроники  | 5.5 |
| Начертательная геометрия   | 6   |
| Инженерная графика   | 2.5 |
| Прикладная механика  | 3   |
| Метрология   | 2   |
| Электротехнологические установки   | 2   |
| Электромагнитные переходные процессы   | 3.5 |
| Электромеханические переходные процессы  | 2   |
| Общая электротехника   | 4   |
| Основы автоматического управления в энергетике   | 3.5 |
| Автоматика электроэнергетических систем  | 3   |
| Режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций  | 5   |
| Релейная защита электрических сетей  | 3.5 |
| Электромагнитная совместимость в электроэнергетике   | 2   |
| Электрические и электронные аппараты   | 2   |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Русский язык и культура речи<br>2. Язык делового общения   | 2.5 |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Правоведение<br>2. Основы защиты информации  | 2.5 |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Бухгалтерский учет<br>2. Психология общения  | 2   |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Спецглавы физики<br>2. Спецглавы математики  | 3   |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Применение численных методов в электроэнергетике<br>2. Математические методы в электроэнергетике | 3   |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Распределительные устройства электростанций<br>2. Распределительные устройства подстанций        | 2   |

|   |     |
|---|-----|
| Дисциплина по выбору:<br>1. Научно-исследовательская работа по электрической части подстанций<br>2. Научно-исследовательская работа по электрической части электростанций | 12  |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Оперативные переключения в электроустановках электростанций<br>2. Оперативные переключения в электроустановках подстанций                     | 2   |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Введение в специальность<br>2. Электростанции России  | 4   |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Системы собственных нужд электростанций<br>2. Системы собственных нужд подстанций   | 3.5 |
| Дисциплина по выбору:<br>1. Режимы работы электрооборудования электростанций<br>2. Режимы работы электрооборудования подстанций   | 3.5 |
| Учебная практика  | 3   |
| Производственная практика   | 6   |
| Преддипломная практика  | 3   |
| Государственная итоговая аттестация   | 9   |

### **Содержание обучения**

**Иностранный язык.** Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма нейтральной речи в изучаемом языке. Основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации. Чтение транскрипции. Лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера. Понятие дифференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая). Понятие о свободных и устойчивых словосочетаниях, фразеологических единицах. Понятие об основных способах словообразования. Грамматические навыки, обеспечивающие коммуникацию без искажения смысла при письменном и устном общении общего характера; основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи. Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, научном стилях, стиле художественной литературы. Основные особенности научного стиля. Культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета. Говорение. Диалогическая и монологическая речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения. Основы публичной речи. Аудирование. Понимание диалогической и монологической речи в сфере бытовой и профессиональной коммуникации. Чтение. Виды текстов: несложные прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности. Письмо. Виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.

**История.** История как наука, теоретические основы дисциплины (методология, историография, источники). История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Исследователь и исторический источник. История России и мира до начала Новейшего времени. Особенности становления государственности в России и мире. Русские земли в XIII-XV веках и европейское средневековье. Россия в XVI-XVII веках в контексте развития европейской цивилизации. Россия и мир в XVIII -XIX веках: попытки модернизации и промышленный переворот. Новейшая и современная история. Россия и мир в XX веке. Россия и мир в XXI веке.

*Философия.* Философия, ее предмет и место в культуре. Введение в философию. Исторические типы философии. Философские традиции и современные дискуссии. Возникновение философии. Философия древнего мира. Философия Средневековья и Возрождения. Философия Нового времени. Немецкий классический идеализм. Неклассическая философия. Основные направления и тенденции философии в XX в. Русская философия XIX–XX вв. Философская онтология. Проблема бытия в философии. Философия развития. Философия сознания. Теория познания. Гносеологические проблемы. Философия и методология науки. Философия науки. Позитивизм и постпозитивизм. Социальная философия и философия истории. Философия общества. Динамика и типология исторического развития. Философская антропология. Место человека в мире. Философия техники.

*Экономика.* Введение в экономическую теорию. Экономические агенты (рыночные и нерыночные), собственность и хозяйствование: структура прав, передача прав, согласование обязанностей. Микроэкономика. Закон предложения, закон спроса, равновесие, рынок, равновесная цена; излишки потребителя и производителя, теории поведения потребителя и производителя (предприятия). Понятие предприятия, классификация, внешняя и внутренняя среда. Макроэкономика. Общественное воспроизводство, резидентные и нерезидентные институциональные единицы; макроэкономические показатели: валовой внутренний продукт (производство, распределение и потребление), личный располагаемый доход, конечное потребление, модели потребления, сбережения, инвестиции (валовые и чистые). История экономических учений. Особенности экономических воззрений в традиционных обществах; систематизация экономических знаний, первые теоретические системы. Формирование и эволюция современной экономической мысли.

*Математика.* Линейная алгебра. Векторная алгебра. Аналитическая геометрия. Комплексные числа и многочлены. Математический анализ. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Интегральное исчисление функций одной переменной. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Интегральное исчисление функций нескольких переменных. Числовые и функциональные ряды. Дифференциальные уравнения. Оперативное исчисление и его приложения. Векторный анализ и элементы теории поля. Теория функции комплексной переменной. Теория вероятностей и математическая статистика.

*Информатика.* Понятие информации, ее виды и свойства. Общая характеристика компонентов системы Microsoft Office System. Подготовка текстовых документов в системе Microsoft Office Word. Выполнение вычислений в системе Microsoft Office Excel. Работа с базами данных в системе Microsoft Office Access. Классификация языков программирования. Алгоритмизация. Программирование на языке Visual Basic. Язык Microsoft Visual Basic Scripting Edition. Алфавит языка программирования. Типы данных. Константы. Переменные и массивы. Управляющие структуры в языке VBScript. Работа с числовой информацией. Работа со строковой информацией. Работа с логическими выражениями. Работа с объектами. Использование скриптов на HTML-страницах. Язык Microsoft Visual Basic for Applications. Программирование на языке VBA в Microsoft Office Word. Программирование на языке VBA в Microsoft Office Excel. Программирование на языке VBA в Microsoft Office Access.

*Физика.* Физические основы механики. Кинематика. Динамика и законы сохранения. Молекулярная физика и термодинамика. Статистическая физика. Математическая и термодинамическая вероятность равновесного состояния системы. Электричество и магнетизм. Электростатика в вакууме. Электрическое поле неподвижных зарядов. Постоянный электрический ток. Колебания и волны. Электромагнитные волны. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Оптика. Интерференция световых волн. Пространственная и временная когерентность. Атомная и ядерная физика. Специальная теория относительности. Основные положения классической физики и специальная теория относительности (СТО). Общие понятия о ядерной и термоядерной реакциях. Принцип действия ядерного и термоядерного реакторов.

*Химия.* Основные законы и понятия химии. Строение атома. Радиоактивность. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева. Химическая связь. Типы взаимодействия молекул. Комплексные соединения. Химия вещества в конденсированном состоянии. Энергетика и направление химических процессов. Химическая кинетика и равновесие. Равновесие в гетерогенных системах. Коллоидные системы (растворы). Окислительно-восстановительные реакции. Химия воды. Электродные потенциалы. Гальванические элементы. Химия металлов. Коррозия и защита металлов. Химия вяжущих веществ. Химия элементов IV группы. Органические полимеры и материалы. Химия и охрана окружающей среды.

*Экология.* Предмет и задачи экологии. Факторы среды. Организм и среда. Надорганизменные системы: популяции, биоценозы и сообщества. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Человек в биосфере.

*Теоретические основы электротехники.* Физические основы электротехники. Уравнения электромагнитного поля. Законы электрических цепей. Цепи синусоидального тока. Трехфазные цепи. Расчет цепей при периодических несинусоидальных воздействиях. Многополюсники. Четырехполюсники. Переходные процессы в линейных цепях. Нелинейные электрические и магнитные цепи. Цепи с распределенными параметрами. Теория электромагнитного поля. Электростатическое поле. Стационарное электрическое поле. Магнитное поле. Аналитические и численные методы расчета электрических и магнитных полей. Переменное электромагнитное поле. Поверхностный эффект и эффект близости. Электромагнитное экранирование.

*Электрические машины.* Электрические машины постоянного тока. Принцип действия и устройство электрических машин постоянного тока. Магнитное поле машин постоянного тока. Коммутация машин постоянного тока. Генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Способы пуска двигателей постоянного тока. Машины постоянного тока специального назначения. Трансформаторы. Устройство, принцип действия и рабочие процессы однофазного трансформатора. Трехфазный трансформатор. Параллельная работа трансформатора. Автотрансформатор. Специальные трансформаторы. Электрические машины переменного тока. Общие вопросы теории бесколлекторных машин переменного тока. Асинхронные машины. Асинхронные машины специального назначения. Синхронные машины. Синхронные машины специального назначения.

*Общая энергетика.* Тепловые электростанции; типы тепловых электростанций, теоретические основы преобразования энергии в тепловых двигателях, паровые котлы и их схемы; паровые турбины; энергетический баланс ТЭС; тепловые схемы ТЭС. Атомные электростанции; типы атомных электростанций, парогенераторы АЭС и их схемы; ядерные энергетические установки, типы ядерных реакторов; энергетический баланс АЭС; тепловые схемы АЭС. Гидроэнергетические установки; гидроэнергоресурсы, схемы использования гидравлической энергии, процесс преобразования гидроэнергии в электрическую на различных типах гидроэнергоустановок; современные проблемы комплексного использования гидроресурсов; регулирование речного стока; проектирование и эксплуатация гидроэнергоустановок; традиционная и малая гидроэнергетика. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии; солнечные, ветровые, геотермальные, волновые, приливные энергоустановки; малые ГЭС, вторичные ресурсы; источники энергопотенциала, типы энергоустановок, социально-экологические аспекты, экономика; накопители энергии; ресурсосберегающие технологии.

*Электротехническое и конструкционное материаловедение. Ч.1.* Материаловедение. Основы материаловедения. Конструкционные материалы. Материалы электротехнического назначения. Физико-технологические характеристики композиционных материалов. Производство заготовок. Литейное производство. Обработка материалов давлением. Получение неразъемных соединений. Технологические методы обработки заготовок. Формирование поверхностей деталей механической обработкой. Обработка поверхностей деталей лезвийным инструментом. Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей заготовок.

*Электротехническое и конструкционное материаловедение. Ч.2.* Проводниковые материалы. Металлы и сплавы высокой проводимости, их основные характеристики. Сверхпроводники и криопроводники. Полупроводниковые материалы. Диэлектрические

материалы. Газообразные, твердые и жидкие диэлектрики, их основные виды и свойства. Активные диэлектрики. Магнитные материалы. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетизм. Магнитомягкие материалы: технически чистое железо, электротехнические кремнистые стали, пермаллои. Конструкционные материалы. Технология конструкционных материалов Общие требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Классификация конструкционных сталей. Неметаллические материалы.

*Безопасность жизнедеятельности.* Теоретические основы безопасности. Человек и техносфера. Психофизиологические и эргономические основы безопасности. Человек в мире опасностей. Медико-биологические основы БЖД. Воздействие на человека опасных и вредных факторов среды обитания, их идентификация и защита от них, обеспечение оптимальных условий жизни и деятельности человека. Безопасность жизнедеятельности в повседневных условиях. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения. Обеспечение оптимального микроклимата и оптимальной световой среды в помещении. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации. Основные понятия и определения. Основы управления безопасностью. Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности.

*Электрические станции и подстанции.* Работа электрических станций в составе Единой энергетической системы России (ЕЭС). Понятие об активной и реактивной мощностях. Синхронные генераторы, трансформаторы и электродвигатели. Синхронные генераторы. Трансформаторы. Электродвигатели. Токоведущие части электростанций. Воздушные линии. Жёсткие токопроводы. Кабельные линии. Коммутационные аппараты. Высоковольтные выключатели. Автоматические низковольтные выключатели. Разъединители. Измерительные трансформаторы тока (ИТТ) и напряжения (ИТН). Контроль электрических величин. Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения. Собственные нужды электростанций. Схемы распределительных устройств (РУ) высокого напряжения. Главные схемы и схемы собственных нужд. Главные схемы ТЭС. Главные схемы АЭС. Главные схемы ГЭС. Короткие замыкания (КЗ) в электроустановках. Понятие короткого замыкания. Величины, характеризующие КЗ. Расчёт токов КЗ. Выбор электрооборудования. Выбор выключателей и разъединителей. Выбор ИТТ и ИТН. Выбор токоведущих частей. Выбор токоограничивающих реакторов.

*Электроэнергетические системы.* Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей. Выбор схем построения сети, критерии выбора оптимального варианта, алгоритм выбора. Выбор сечений проводов и кабелей в сетях различных назначений и различных номинальных напряжений. Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей. Основы расчетов нормальных режимов сложных электрических сетей. Основы расчетов аномальных режимов сложных электрических сетей. Расчеты однородных сетей. Учет слабой заполненности матриц. Методы эквивалентирования сети. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. Особые режимы электрических сетей.

*Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.* История создания реле и развития дисциплины, история развития релейной защиты в нашей стране, общие тенденции и перспективы в релейной защите в настоящее время. Релейная защита генераторов. Релейная защита трансформаторов и автотрансформаторов. Защита шин. Защита распределительных сетей. Защита электрических двигателей. Резервирование отказов в действии защиты и выключателей. Современные тенденции в разработке защиты оборудования электрических систем.

*Техника высоких напряжений.* Основы физики высоковольтного разряда в газах. Электрическая прочность и пробой твердых диэлектриков. Конструкции внутренней изоляции оборудования высокого напряжения. Перенапряжения в электрических сетях и методы их ограничения. Испытания и измерения на высоком напряжении.

*Электроснабжение.* Особенности систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства и транспортных систем. Типы электроприемников, режимы их работы. Методы расчета электрических нагрузок. Методы достижения заданного

уровня надежности оборудования, систем электроснабжения. Условия выбора параметров основного оборудования в системах электроснабжения различного назначения. Режимы нейтрали. Экономика электроснабжения. Накопители энергии. Ресурсосберегающие технологии. Нормативные показатели качества электроэнергии. Технические, социально-экономические и экологические требования, предъявляемые к системам электроснабжения.

*Физическая культура.* Физическая культура и спорт как социальный феномен современного общества. Средства физической культуры. Основные составляющие физической культуры. Организационно-правовые основы физической культуры и спорта студенческой молодежи России. Методики эффективных и экономических способов овладения жизненно важными умениями и навыками (ходьба, передвижение на лыжах, плавание и т.д.). Индивидуальный выбор студентами вида спорта или систем физических упражнений для регулярных занятий. Современные системы физических упражнений.

*История электротехники и электроэнергетики.* Открытие электричества и магнетизма. Формирование представлений об электричестве и магнетизме в 17 веке. Развитие теории электричества и магнетизма в 18 веке. Первые законы электротехники. Начальный этап практического применения электротехники. Противостояние идей использования постоянного и переменного токов. Первые электрические станции. План ГОЭЛРО. Развитие атомной энергетики. Современное состояние электроэнергетики в России и в мире.

*Основы менеджмента и маркетинга.* Сущность менеджмента и тенденции его развития. Основные принципы управления. Делегирование задач, полномочий и ответственности как механизм формирования организационных отношений. Организационное поведение. Руководство: власть и партнерство. Основы конфликтологии. Роль маркетинга в деятельности современного предприятия. Классификация потребностей. Основные характеристики рынка. Виды маркетинговых исследований. Понятие товара. Модели восприятия товара потребителем. Система ценообразующих факторов. Виды ценовых стратегий. Основные методы и системы сбыта. Оптовая и розничная торговля. Виды маркетинговых стратегий. Программы маркетинга.

*Культурология.* Структура и состав современного культурологического знания. Методы культурологических исследований. Основные понятия культуры. Культура и цивилизация. Язык и символы культуры, культурные коды, межкультурная коммуникация. Типология культур. Место и роль России в мировой культуре. Культура и глобальные проблемы современности. Культура и личность. Инкультурация и социализация.

*Теоретическая механика.* Статика твердого тела. Кинематика точки. Кинематика твердого тела. Сложное движение точки и твердого тела. Динамика материальной точки. Общие теоремы динамики. Элементы аналитической механики. Основные понятия аналитической механики электромеханических систем.

*Компьютерные технологии.* История возникновения языков программирования. Наиболее распространенные языки программирования. Принципы создания программного обеспечения при решении задач разработки релейной защиты и автоматики. Общая характеристика используемых файлов языка Object Pascal. Общая характеристика используемых файлов языка C++. Массивы и указатели. Переменные, константы и их область видимости. Условные операторы и циклы. Процедуры и функции. Обработка исключительных ситуаций. Объектно-ориентированное программирование. Инкапсуляция, наследование и полиморфизм. Классы, методы и свойства.

*Математические задачи энергетики.* Системы координат, применяемые в математическом моделировании. Уравнения Парка-Горева и их использование. Математическая модель асинхронного электродвигателя. Математическая модель синхронного электродвигателя. Математическое моделирование комплексной нагрузки энергосистем. Расчеты установившихся режимов и статической устойчивости энергосистем. Расчеты электромеханических переходных процессов в энергосистеме. Расчеты переходных процессов в системах электроснабжения (узлах нагрузки).

*Физические основы электроники.* Основы электропроводности полупроводников. Основы электропроводности. Полупроводниковые приборы. Полупроводниковые диоды. Применение полупроводниковых приборов в выпрямителях. Применение полупроводниковых приборов в

выпрямителях. Применение полупроводниковых приборов в инверторах. Применение полупроводниковых приборов в инверторах. Операционные усилители. Операционные усилители. Генераторы сигналов и фильтры на операционных усилителях. Генераторы сигналов и фильтры на операционных усилителях. Компараторы и триггер Шмитта на операционных усилителях. Компараторы и триггер Шмитта на операционных усилителях. Цифровые и интегральные микросхемы. Логические элементы.

*Начертательная геометрия.* Начертательная геометрия как теория процессов проекционного моделирования. Схемы построения проекционных моделей. Эпюр Монжа и его свойства. Моделирование одномерных линейных образов трехмерного пространства. Прямые и кривые линии в пространстве и на модели. Моделирование плоскости. Особенности задания двумерных образов на плоской проекционной модели. Поверхность – как основа проектирования изделий машиностроения. Образование поверхностей и задание на чертеже. Позиционные задачи на проекционной модели. Способы преобразования проекционной модели. Метрические задачи. Аксонометрические проекции. Общие положения принципов стандартизации в производстве и оформления текстовых и графических документов. Стандарты ЕСКД. Эскизирование деталей машин. Технология разработки конструкторского документа. Резьба как форма и как элемент конструкции. Разъемные соединения деталей машин. Крепежные детали для разъемных соединений. Разработка рабочих чертежей на детали изделия по чертежу его общего вида. Проектирование сборочной единицы.

*Инженерная графика.* Технология черчения в системе AutoCAD. Техника создания 2D чертежа изолятора ОФ-35 и его деталей, его редактирование, создание спецификации, создание видов 3D из видов 2D, создание видов 3D из библиотечных тел правильной формы и изготовление из этих 3D видов всей технической документации в виде 2D -чертежей. Технологии создания конструкторской документации в среде КОМПАС. Конструкторская работа в среде КОМПАС. Техника проектирования изолятора методом "сверху вниз". Редактирование элементов созданного чертежа. Создание чертежей детализовок. Создание простой спецификации. Полуавтоматическое создание спецификации. Трехмерное моделирование деталей. Трехмерное моделирование сборок. Редактирование трехмерных сборок. Создание электрических схем и графиков с использованием библиотек КОМПАС. Конструкторская работа в программе высокого уровня Pro / Engineer. Создание 3D деталей изолятора ОФ-35, сборка 3D вида изолятора и на их основе создание чертежной документации вида 2D.

*Прикладная механика.* Принципы инженерных расчетов: расчетные модели материала и предельного состояния, типовые элементы изделий. Задачи и методы сопротивления материалов. Понятие о статически определимых и неопределимых конструкциях. Напряженное состояние детали и элементарного объема материала. Понятие о нормальных и касательных напряжениях. Напряжения и деформации. Механические свойства конструкционных материалов. Экспериментов в сопротивлении материалов. Испытания на растяжение и сжатие. Расчет несущей способности типовых элементов. Растяжение - сжатие стержней. Кручение стержней. Изгиб стержней. Принципы инженерных расчетов: расчетные модели геометрической формы. Геометрические характеристики сечения. Перемещения при изгибе. Сложное сопротивление. Устойчивость центрально сжатого стержня. Усталостное разрушение при циклических нагрузках. Элементы теории деталей машин.

*Метрология.* Метрология и метрологическое обеспечение. Методы поверки (калибровки) средств измерений. Описание погрешностей средств измерений с позиций теории вероятности. Оценивание характеристик погрешности по экспериментальным данным. Определение статических характеристик преобразования (градуировочных характеристик) средств измерений по экспериментальным данным. Формирование результатов поверки средств измерений. Государственное управление метрологическим обеспечением. Метрологическое обеспечение производства и применения средств измерений. Международные метрологические организации.

*Электротехнологические установки.* Электротермические установки нагрева сопротивлением. Электрические печи сопротивления. Нагревательные печи. Вакуумные печи сопротивления и сушильные шкафы. Плавильные электропечи сопротивления.



Электрооборудование и регулирование параметров печей сопротивления. Нагрев сопротивлением жидких сред. Электрошлаковые установки. Установки электроотопления и электрообогрева. Электроустановки индукционного нагрева. Индукционные плавильные печи. Установки диэлектрического нагрева. Электродуговые печи. Свойства дугового разряда. Дуговые печи переменного тока. Дуговые печи постоянного тока. Вакуумные дуговые печи постоянного тока. Руднотермические печи.

*Электромагнитные переходные процессы.* Установившиеся режимы короткого замыкания. Линейные преобразования дифференциальных уравнений переходного процесса. Математическая модель синхронной машины. Переходные процессы в синхронной машине при трехфазных коротких замыканиях. Переходные и сверхпереходные э.д.с. и сопротивления. Система относительных единиц. Схемы замещения. Переходные процессы при несимметричных коротких замыканиях в трехфазных цепях. Расчет токов и напряжений при различных несимметричных коротких замыканиях. Неустановившийся режим. Методы расчета неустановившегося короткого замыкания. Особенности расчетов токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ.

*Электромеханические переходные процессы.* Статическая устойчивость электрической системы. Практические критерии устойчивости. Статическая устойчивость с учетом действия регуляторов возбуждения и скорости. Переходные процессы в узлах нагрузки системы, устойчивость узлов нагрузки. Динамическая устойчивость электрической системы. Способ площадей. Анализ процессов с учетом форсировки возбуждения. Способы приближенного решения уравнения движения ротора генератора. Понятие результирующей устойчивости. Процесс выпадения генератора из синхронизма, условие ресинхронизации.

*Общая электротехника.* Линейные электрические цепи постоянного тока. Нелинейные цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного тока. Электрические трехфазные цепи. Переходные процессы в электрических цепях. Магнитные цепи. Трансформаторы. Электрические машины постоянного тока. Асинхронные машины. Синхронные машины. Электроизмерительные приборы и измерения. Аппараты управления, защиты и автоматики. Основы электропривода и электроснабжения.

*Основы автоматического управления в энергетике.* Принципы управления и основные виды функционирования систем. Передаточные функции звеньев и систем. Частотные и временные характеристики. Основные свойства преобразования Лапласа. Элементарные звенья и их частотные и переходные характеристики. Асимптотические логарифмические частотные характеристики. Структурный анализ работы электрических схем. Общее понятие устойчивости систем. Характеристическое уравнение. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости САУ. Методы оценки качества регулирования в линейных САУ. Корневые методы оценки качества регулирования. Корректирующие устройства.

*Автоматика электроэнергетических систем.* Принципы построения систем автоматического управления в электроэнергетике. Основы теории автоматического управления. Автоматическое управление технологическими процессами на ТЭС, ГЭС, АЭС. Автоматическое регулирование параметров режима электроэнергетических систем. Основные принципы построения противоаварийной автоматики. Основные виды современных и перспективных автоматических устройств и систем управления в нормальных и аварийных режимах энергосистемы.

*Режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций.* Технология выработки электрической энергии на электростанциях. Возможные режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов. Системы возбуждения. Электродвигатели в системе собственных нужд электростанций. Вопросы динамики электропривода. Групповой выбег и самозапуск электродвигателей системы собственных нужд электростанций. Режимы работы коммутационных аппаратов.

*Релейная защита электрических сетей.* Требования к релейной защите. Принципы построения защит с относительной селективностью в сети с одним и несколькими источниками питания. Защиты с абсолютной селективностью. Резервирование отказов защит и выключателей.

Принципы выполнения основных и резервных защит на энергообъектах. Современные и перспективные системы релейной защиты генераторов, трансформаторов, энергоблоков, шин, линий электропередачи.

*Электромагнитная совместимость в электроэнергетике.* Электромагнитная обстановка на объектах электроэнергетики. Источники помех. Чувствительные к помехам элементы. Каналы передачи помех. Уровни помех. Помехоустойчивость. Методы испытаний и сертификации элементов вторичных цепей на помехоустойчивость. Влияние полей, создаваемых устройствами электроэнергетики на биологические объекты. Нормы по допустимым напряжениям электрических и магнитных полей промышленной частоты для персонала и населения.

*Электрические и электронные аппараты.* Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы, электрические контакты - общие понятия, назначение и области использования электрических и электронных аппаратов. Физические основы и процессы при отключении электрических цепей, физические явления в электронных аппаратах, термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Приводы электрических аппаратов, электромеханические аппараты автоматики, управления, распределительных устройств и релейной защиты. Бесконтактные электрические аппараты - электронные и микропроцессорные аппараты, физические явления в электрических аппаратах, гибридные электрические аппараты. Электрические и электронные аппараты в распределительных устройствах - выбор, применение и эксплуатация электрических аппаратов.

*Русский язык и культура речи.* Аспекты культуры речи, ее составные части. Нормы современного русского литературного языка. Понятие о норме. Риторика. Начальный этап подготовки к выступлению. Работа над основной частью выступления. Аргументация в основной части убеждающего выступления. Составление вступительной и заключительной частей текста выступления. Окончательное редактирование текста. Работа над лаконичностью, точностью и понятностью текста. Работа над выразительностью речи. Работа над учебными и научными текстами. Характерные особенности учебно-научного подстиля речи. Исправление наиболее частотных лексических и морфологических ошибок в учебно-научном тексте (реферате, курсовой работе, выпускной квалификационной работе). Редактирование учебно-научного текста. Исправление стилистических ошибок. Правила оформления отдельных видов текстового материала. Составление конспекта текста. Порядок работы над текстом курсовой (выпускной квалификационной работы). Особенности подготовки реферата (студенческой письменной работы). Составление деловой документации. Личная деловая документация. Деловое письмо. Резюме. Реклама (основные особенности).

*Язык делового общения.* Общение как социально-психологический механизм взаимодействия в профессиональной деятельности. Виды общения, характеристика делового общения. Вербальные средства коммуникации. Коммуникативные барьеры. Слушание в деловой коммуникации. Логическая культура делового разговора. Психологическая культура делового разговора. Вопросы и ответы в деловой коммуникации. Деловая беседа, деловое совещание. Телефонный разговор. Деловые переговоры. Речевые коммуникации в деловых переговорах. Дискуссии, полемика, дебаты, спор. Язык письменного делового общения как критерий квалификации специалиста.

*Правоведение.* Понятие и сущность права. Понятие системы права. Правовые системы современности. Правосознание и правовая культура. Правоотношение. Реализация и толкование права. Правомерное поведение, правонарушение и юридическая ответственность. Правотворчество. Государство как особая форма организации общества. Форма государства. Правовое государство. Конституционный статус личности в Российской Федерации. Гражданское право и гражданское правоотношение. Право собственности и иные вещные права. Обязательственное право. Наследственное право. Основы брачно-семейных отношений. Основы административного права. Основы уголовного права. Основы трудового права.

*Основы защиты информации.* Основы государственной информационной безопасности РФ. Введение в информационную безопасность. Основные понятия, общеметодологические принципы обеспечения ИБ. Основы системного понятия информационной безопасности. Основные

составляющие информационной безопасности. Методология и логика информационной безопасности. Наиболее распространенные угрозы информации. Организационно-правовые аспекты защиты информации. Российское законодательство в области информационной безопасности. Государственные и международные стандарты в области защиты информации. Оценка безопасности защищенности информационных систем. Информационные системы. Информационное противоборство. Основные концептуальные положения системы защиты информации. Оценка системы информационной безопасности. Способы измерения атрибутов объектов оценки информационной безопасности. Применение типовых моделей для оценки информационной безопасности. Моделирование угроз информационной безопасности. Концептуальная модель информационной безопасности. Модели субъектов агрессоров. Модель оценки информационной безопасности на основе оценки процессов. Риск-ориентированная оценка информационной безопасности. Средства защиты информации. Способы и средства защиты информации. Программные средства защиты информации. Криптографические методы защиты информации. Аппаратные средства защиты информации. Архитектура систем защиты информации.

*Бухгалтерский учет.* Предмет бухгалтерского учета. Средства организации и их классификация. Бухгалтерский баланс. Порядок составления и использования. Счета бухгалтерского учета. Двойная запись. Составление бухгалтерских проводок. Составление оборотных ведомостей по счетам аналитического и синтетического учета. Учет денежных средств. Учет материально-производственных запасов. Учет затрат на производство и готовой продукции. Учет финансовых результатов. Особенности учета в электроэнергетике.

*Психология общения.* Понятие, функции и структура общения. Средства общения. Техники установления контактов и снятия напряжения в общении. Общение в процессе администрирования: деловая беседа; совещание, переговоры. Психология межличностных отношений.

*Специальные главы физики.* Электрические цепи постоянного тока. Методы расчета цепей постоянного тока. Практические способы расчета цепей постоянного тока. Электрические цепи переменного (синусоидального) тока. Однофазный переменный ток. Расчет АЧХ и ФЧХ. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Процессы коммутации. Расчет переходных процессов классическим методом. Расчет переходных процессов операторным методом. Периодические несинусоидальные ЭДС, токи и напряжения. Анализ негармонических цепей. Основы физики полупроводников. Начала квантовой физики. Микрочастица в периодическом потенциале. Полупроводниковые приборы.

*Специальные главы математики.* Теория вероятности. Математическая статистика. Теория функций комплексной переменной и операционного исчисления. Линейное программирование. Уравнения математической физики. Математические методы, применяемые при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.

*Применение численных методов в электроэнергетике.* Постановка задач электроэнергетики, решаемых с помощью численных методов. Определение токов в ветвях электрической цепи. Метод контурных токов. Определение напряжений в узлах схемы. Метод узловых напряжений. Составление уравнений движения роторов вращающихся машин. Уравнения движения синхронных и асинхронных машин. Методы решения алгебраических систем уравнений. Метод Гаусса. Метод Крамера. Метод обратной матрицы. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Численное интегрирование дифференциальных уравнений в частных производных. Явный метод Эйлера. Неявный метод Эйлера.

*Математические методы в электроэнергетике.* Системы координат, применяемые в математическом моделировании. Уравнения Парка-Горева и их использование. Математическая модель асинхронного электродвигателя. Математическая модель синхронного электродвигателя. Математическое моделирование комплексной нагрузки энергосистем. Расчеты установившихся режимов и статической устойчивости энергосистем. Расчеты электромеханических переходных

процессов в энергосистеме. Расчеты переходных процессов в системах электроснабжения (узлах нагрузки).

*Распределительные устройства электростанций.* Классификация РУ электростанций по числу выключателей на одно присоединение. Классификация РУ электростанций по числу выключателей, требуемых для коммутации присоединения. Основные требования к РУ подстанций: надежность, экономичность, оперативная гибкость, ремонтпригодность, безопасность, устойчивость к ошибкам оперативного персонала. Схемы РУ с одной системой сборных шин. Одинарная секционированная система сборных шин с обходной шиной. Схемы РУ с двумя системами сборных шин с одним выключателем на присоединение. Двойная система сборных шин с обходной шиной. Двойная система сборных шин с двумя выключателями на присоединение. Схемы РУ с двумя системами сборных шин с тремя выключателями на два присоединения. Схема 4/3. Кольцевые схемы. Схема мостика. Нормальный, ремонтный и аварийный режимы. Надежность и экономичность каждой схемы. Достоинства и недостатки. Области применения.

*Распределительные устройства подстанций.* Классификация РУ подстанций по числу выключателей на одно присоединение. Классификация РУ подстанций по числу выключателей, требуемых для коммутации присоединения. Основные требования к РУ подстанций: надежность, экономичность, оперативная гибкость, ремонтпригодность, безопасность, устойчивость к ошибкам оперативного персонала. Схемы РУ с одной системой сборных шин. Одинарная секционированная система сборных шин с обходной шиной. Схемы РУ с двумя системами сборных шин с одним выключателем на присоединение. Двойная система сборных шин с обходной шиной. Двойная система сборных шин с двумя выключателями на присоединение. Схемы РУ с двумя системами сборных шин с тремя выключателями на два присоединения. Схема 4/3. Кольцевые схемы. Схема мостика. Нормальный, ремонтный и аварийный режимы. Надежность и экономичность каждой схемы. Достоинства и недостатки. Области применения.

*Научно-исследовательская работа по электрической части подстанций.* Исследование установившихся режимов и переходных процессов на подстанциях, повышение надежности электроснабжения, моделирование и исследование электроэнергетических установок подстанций.

*Научно-исследовательская работа по электрической части электростанций.* Исследование установившихся режимов и переходных процессов на тепловых, атомных и гидравлических электростанциях, повышение надежности электроснабжения, моделирование и исследование электроэнергетических установок электростанций.

*Оперативные переключения в электроустановках электростанций.* Организация и порядок переключений. Распоряжение о переключениях. Бланки переключений. Общие положения о переключениях. Переключения в схемах релейной защиты и автоматики. Переключения при ликвидации технологических нарушений. Переключения при вводе в работу нового оборудования и проведении испытаний. Выполнение переключений. Проведение операций с выключателями, разъединителями, отделителями и выключателями нагрузки. Снятие оперативного тока с приводов коммутационных аппаратов. Проверка положений коммутационных аппаратов. Действия с оперативной блокировкой. Последовательность операций с коммутационными аппаратами присоединений, линий, трансформаторов, синхронных компенсаторов и генераторов. Последовательность операций при включении и отключении линий электропередачи. Переключения при выводе электрооборудования в ремонт. Переключения при переводе присоединений с одной системы шин на другую. Переключения при выводе оборудования в ремонт и при вводе его в работу после ремонта. Способы вывода в ремонт и ввода в работу после ремонта выключателей. Переключения в распределительных электросетях. Особенности выполнения переключений. Общие указания по выполнению переключений. Последовательность операций при выполнении отдельных видов переключений.

*Оперативные переключения в электроустановках подстанций.* Организация и порядок переключений. Распоряжение о переключениях. Бланки переключений. Общие положения о переключениях. Переключения в схемах релейной защиты и автоматики. Переключения при ликвидации технологических нарушений. Переключения при вводе в работу нового оборудования

и проведении испытаний. Выполнение переключений. Проведение операций с выключателями, разъединителями, отделителями и выключателями нагрузки. Снятие оперативного тока с приводов коммутационных аппаратов. Проверка положений коммутационных аппаратов. Действия с оперативной блокировкой. Последовательность операций с коммутационными аппаратами присоединений, линий, трансформаторов, синхронных компенсаторов и генераторов. Последовательность операций при включении и отключении линий электропередачи. Переключения при выводе электрооборудования в ремонт. Переключения при переводе присоединений с одной системы шин на другую. Переключения при выводе оборудования в ремонт и при вводе его в работу после ремонта. Способы вывода в ремонт и ввода в работу после ремонта выключателей. Переключения в распределительных электросетях. Особенности выполнения переключений. Общие указания по выполнению переключений. Последовательность операций при выполнении отдельных видов переключений.

*Введение в специальность.* Физические законы, используемые в электроэнергетике. Сущность трехфазного переменного тока. Электрические величины. Понятие активной и реактивной мощности. Закон Ома, Ампера, Фарадея. Графическое изображение физических величин, описывающих процессы в электроэнергетике. Работа электроэнергетической отрасли – 5 стадий работы электроэнергетики: производство, передача, преобразование, распределение и потребление электроэнергии. Исторические предпосылки, преимущества и недостатки работы электростанций в составе Единой энергосистемы. Принципы работы пылеугольных и газомазутных, паротурбинных и парогазовых ТЭС и КЭС. Принципы работы АЭС с реакторами различного типа. Принципы работы ГЭС. Принципы ликвидации и предотвращения аварий в электроэнергетических системах. Релейная защита, ее назначение и принцип действия. Виды релейной защиты. Противоаварийная автоматика, ее назначение и принцип действия. Виды устройств противоаварийной автоматики.

*Электростанции России.* Работа электростанций России в составе Единой энергетической системы. Преимущества и недостатки работы электростанций России в составе Единой энергетической системы. Крупнейшие тепловые электростанции России: Сургутская ГРЭС, Рефтинская ГРЭС, Костромская ГРЭС, Пермская ГРЭС, Ириклинская ГРЭС, Конаковская ГРЭС, Рязанская ГРЭС. Атомные станции России: Балаковская, Билибинская, Белоярская, Кольская, Калининская, Нововоронежская, Ростовская, Курская, Смоленская АЭС. Крупнейшие гидроэлектростанции России: Саяно-Шушенская, Красноярская, Братская, Усть-Илимская, Богучанская, Волжская, Чебоксарская, Чиркейская, Бурейская, Зейская ГЭС. Загорская, Ленинградская ГАЭС.

*Системы собственных нужд электростанций.* Аварийные процессы в схемах собственных нужд электростанций. Обеспечение термической стойкости и невозгораемости кабельных линий. Выбор токопроводов в схемах собственных нужд электростанций. Выбор выключателей и ячеек КРУ в схемах собственных нужд электростанций. Особенности собственных нужд электростанций различного типа. Особенности построения собственных нужд на напряжении до 1000 В.

*Системы собственных нужд подстанций.* Аварийные процессы в схемах собственных нужд подстанций. Обеспечение термической стойкости и невозгораемости кабельных линий. Выбор токопроводов в схемах собственных нужд подстанций. Выбор выключателей и ячеек КРУ в схемах собственных нужд подстанций. Особенности собственных нужд подстанций различного типа. Особенности построения собственных нужд на напряжении до 1000 В.

*Режимы работы электрооборудования электростанций.* Технология выработки электрической энергии на электростанциях. Возможные режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов. Системы возбуждения. Электродвигатели в системе собственных нужд электростанций. Вопросы динамики электропривода. Групповой выбег и самозапуск электродвигателей системы собственных нужд электростанций. Режимы работы коммутационных аппаратов.

*Режимы работы электрооборудования подстанций.* Технология передачи электрической энергии на подстанциях. Возможные режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов. Системы возбуждения. Электродвигатели в системе собственных нужд подстанций. Вопросы

динамики электропривода. Групповой выбег и самозапуск электродвигателей системы собственных нужд подстанций. Режимы работы коммутационных аппаратов.

*Учебная практика.* Ознакомление студентов с лабораториями кафедры. Проведение ознакомительных экскурсий на энергетические предприятия, станции и подстанции.

*Производственная практика.* Ознакомление студентов с работой основного электрооборудования на станциях и подстанциях. Исследования, проводимые под руководством преподавателей в лабораториях кафедры, а также на основных предприятиях отрасли – электростанциях и подстанциях.

*Преддипломная практика.* Формирование умений и навыков применения теоретических знаний для решения практических и прикладных задач. Проведение исследований в лабораториях кафедры и на основных предприятиях отрасли, необходимых для написания выпускной квалификационной работы.

### ***Профессорско-преподавательский персонал***

Ванин В.К. – д.т.н., проф.

Меркурьев Г.В. – д.т.н., проф.

Алексеева О.Н. – к.т.н., доц.

Васильева О.А. – к.т.н., доц.

Горелик Т.Г. – к.т.н., доц.

Лapidус А.А. – к.т.н., доц.

Петрова С.С. – к.т.н., доц.

Попов М.Г. – к.т.н., доц.

Семенов К.Н. – к.т.н., доц.

Филин Л.Л. – к.т.н., доц.

Шаргин Ю.М. – к.т.н., доц.

Шахова М.А. – к.т.н., доц.

Богданов А.В. – ст. преп.

Карпов В.В. – ст. преп.

Леньшин А.И. – ст. преп.

Жданов Д.В. – ст. преп.

Синильников Р.Н. – ст. преп.

Ванин И.В. – асс.

Гараева Н.Р. – асс.

Гуменик А.В. – асс.

Калиниченко А.А. – асс.

Попов С.О. – асс.

Русаков М.С. – асс.

Соловьёва С.Н. – асс.

### ***Возможные места практики***

Василеостровская ТЭЦ-7; Первомайская ТЭЦ-14; Автовская ТЭЦ-15; Выборгская ТЭЦ-17; Северная ТЭЦ-21; Южная ТЭЦ-22; Северо-Западная ТЭЦ; Ленинградская АЭС; Атомэнергопроект; ОАО «Научно-исследовательский институт по передаче электроэнергии постоянным током высокого напряжения» (ОАО «НИИПТ»); ОАО «СО ЕЭС» Объединенное диспетчерское управление Северо-Запада; ОАО «ФСК ЕЭС» Магистральные электрические сети Северо-Запада; ОАО «Северо-западный энергетический инжиниринговый центр»; электростанции и подстанции Российской Федерации; кафедра «Электрические станции и автоматизация энергетических систем» СПбПУ.

### ***Лаборатории и оборудование***

Лаборатории: 4 учебно-лабораторных класса с персональными компьютерами и необходимым программным обеспечением по 5 - 8 компьютеров в каждом классе; электротехническая лаборатория.

Лекционный класс с проекционным оборудованием.

### ***Информационно-методическое обеспечение***

Учащиеся пользуются ресурсами Фундаментальной библиотеки СПбПУ и информационно-библиотечного комплекса. Обеспеченность литературой составляет не менее 0,25 экземпляра на одного студента. Учебники и учебные пособия имеются в электронном виде на Интернет-ресурсах.