

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

энергетики и управления

(наименование факультета)

А.С. Гудим

(подпись, ФИО)

«30» 06 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электрические станции и подстанции»**

|                                                    |                                             |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Направление подготовки                             | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| Направленность (профиль) образовательной программы | Электроснабжение                            |
| Квалификация выпускника                            | Бакалавр                                    |
| Год начала подготовки (по учебному плану)          | 2021                                        |
| Форма обучения                                     | очная                                       |
| Технология обучения                                | традиционная                                |

|      |         |                    |
|------|---------|--------------------|
| Курс | Семестр | Трудоемкость, з.е. |
| 3,4  | 6,7     | 8                  |

|                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Вид промежуточной аттестации          | Обеспечивающее подразделение |
| бсем. – Зачет 7сем. – Зачет с оценкой | Кафедра ЭМ - Электромеханика |

Разработчик рабочей программы:

Доцент, доцент, кандидат технических наук



Янченко А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Электромеханика»



Сериков А.В.

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Электрические станции и подстанции» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электроснабжение» по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Практическая подготовка реализуется на основе:

- Профессиональный стандарт 20.032 «РАБОТНИК ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ». Обобщенная трудовая функция: I. Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций.

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Задачи дисциплины                  | Сформировать теоретические и практические знания, умения и навыки в области проектирования и эксплуатации электрооборудования электрических станций и подстанций (СиП).                                                                                                                                                                          |
| Основные разделы / темы дисциплины | Элементы и понятия систем генерации и передачи электроэнергии.<br>Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии.<br>Синхронные генераторы.<br>Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.<br>Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания.<br>Электрооборудование и схемы распределительных устройств СиП. |

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Электрические станции и подстанции» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Код по ФГОС                                                                                               | Индикаторы достижения                                                                                                                                                    | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональные                                                                                          |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                       |
| ПК-1 Способен к обоснованию планов и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций | ПК-1.1 Знает нормативные, методические документы, регламентирующие деятельность по планированию, техническому обслуживанию и организации ремонта оборудования подстанции | Знать основные элементы и понятия систем генерации и передачи электроэнергии, а также нормативные документы, регламентирующие деятельность по техническому обслуживанию и организации ремонта оборудования подстанции |
|                                                                                                           | ПК-1.2 Умеет планировать, проводить техническое обслуживание и организацию ремонта оборудования подстанции с использованием                                              | Уметь планировать, проводить техническое обслуживание и ремонт силовых трансформаторов и автотрансформаторов,                                                                                                         |

| Код по ФГОС | Индикаторы достижения                                                                                                                                                                                 | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | новых технологий                                                                                                                                                                                      | синхронных генераторов с использованием новых технологий                                                                                                                                                        |
|             | ПК-1.3 Владеет навыками формирования и подготовки и согласования проектов планов-графиков и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций на основании сведений об его отказах | Владеть навыками оценки динамического и термического действия токов короткого замыкания, формирования программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций на основании сведений об его отказах |

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» изучается на 3 и 4 курсах в 6 и 7 семестрах.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Электрические машины», «Электрические и электронные аппараты», «Эксплуатация систем электроснабжения» // «Эксплуатация электрооборудования предприятий».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Электрические станции и подстанции», будут востребованы при изучении последующей дисциплины «Энергетические комплексы на базе возобновляемых источников», а также при прохождении практик «Производственная практика (технологическая практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения практических занятий.

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 з.е., 288 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

| Объем дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                        | Всего академических часов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины                                                                                                                                                                                                                                           | 288                       |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>                                                                                                                                                                      | 76                        |
| В том числе:                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |
| <b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)                                                                                                             | 36                        |
| <b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)                                                                                                                              | 40                        |
| в том числе в форме практической подготовки                                                                                                                                                                                                                             | 8                         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза | 212                       |
| Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет, Зачет с оценкой, КП                                                                                                                                                                                                       | -                         |

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

| Наименование разделов, тем и содержание материала                                                    | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                                    |                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----|
|                                                                                                      | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                           |                                    |                      | СРС |
|                                                                                                      | Лекции                                                                                   | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия |     |
| <b>6 семестр</b>                                                                                     |                                                                                          |                                    |                      |     |
| <b>Раздел 1 Элементы и понятия систем генерации и передачи электроэнергии</b>                        |                                                                                          |                                    |                      |     |
| Введение в дисциплину. Основные элементы систем электроснабжения. Графики нагрузки электроустановок. | 2                                                                                        |                                    |                      |     |
| Параметры графиков нагрузки.                                                                         |                                                                                          |                                    |                      | 8   |
| <b>Раздел 2 Участие электростанций разных типов в производстве электроэнергии</b>                    |                                                                                          |                                    |                      |     |
| Тепловые электростанции. Паротурбинные конденсационные станции                                       | 4                                                                                        |                                    |                      |     |
| Паротурбинные теплофикационные электростанции (ТЭЦ). Газотурбинные станции (ГТУ)                     |                                                                                          |                                    |                      | 10  |

| Наименование разделов, тем и содержание материала                           | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                                    |                      |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------|
|                                                                             | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                           |                                    |                      | СРС       |
|                                                                             | Лекции                                                                                   | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия |           |
| Атомные электростанции. Гидроэлектростанции.                                |                                                                                          |                                    |                      | 8         |
| Составление технологических схем КЭС, АЭС, ГЭС.                             |                                                                                          | 4                                  |                      |           |
| Турбогенераторы. Гидрогенераторы. Системы охлаждения генераторов            |                                                                                          |                                    |                      | 10        |
| Косвенные системы охлаждения. Непосредственное (форсированное) охлаждение.  |                                                                                          |                                    |                      | 8         |
| Системы возбуждения генераторов. Электромашинные системы возбуждения.       |                                                                                          |                                    |                      | 10        |
| Исследование синхронного генератора при включении параллельно с сетью.      |                                                                                          | 4                                  |                      |           |
| Независимое высокочастотное возбуждение с полупроводниковыми выпрямителями. |                                                                                          |                                    |                      | 8         |
| <b>Раздел 3 Синхронные генераторы.</b>                                      |                                                                                          |                                    |                      |           |
| Турбогенераторы. Гидрогенераторы. Системы охлаждения генераторов            | 6                                                                                        |                                    |                      |           |
| Компоновка планов СиП. Расчет заземляющих устройств.                        |                                                                                          | 4                                  |                      |           |
| Системы возбуждения генераторов. Электромашинные системы возбуждения.       |                                                                                          |                                    |                      | 10        |
| Исследование V-образных характеристик синхронного компенсатора.             |                                                                                          | 4                                  |                      |           |
| Независимое высокочастотное возбуждение с полупроводниковыми выпрямителями. |                                                                                          |                                    |                      | 8         |
| <b>ИТОГО в 6 семестре</b>                                                   | <b>12</b>                                                                                | <b>16</b>                          |                      | <b>80</b> |
| <b>7 семестр</b>                                                            |                                                                                          |                                    |                      |           |
| <b>Раздел 4 Силовые трансформаторы и автотрансформаторы</b>                 |                                                                                          |                                    |                      |           |
| Номинальные параметры трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток.   | 8                                                                                        |                                    |                      |           |
| Элементы конструкции трансформаторов.                                       |                                                                                          |                                    |                      | 12        |
| Системы охлаждения силовых трансформаторов.                                 |                                                                                          |                                    |                      | 12        |
| Нагрузочная способность трансформаторов.                                    |                                                                                          |                                    |                      | 12        |
| Определение группы соединения обмоток трехфазного трансформатора.           |                                                                                          | 6                                  |                      |           |
| Выбор мощности трансформаторов на подстанции.                               |                                                                                          | 6                                  |                      |           |
| Особенности автотрансформаторов.                                            |                                                                                          |                                    |                      | 10        |

| Наименование разделов, тем и содержание материала                             | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                                    |                      |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------|
|                                                                               | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                           |                                    |                      | СРС        |
|                                                                               | Лекции                                                                                   | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия |            |
| Регулирование напряжения трансформаторов. Выбор трансформаторов.              |                                                                                          |                                    |                      | 12         |
| <b>Раздел 5 Динамическое и термическое действие токов короткого замыкания</b> |                                                                                          |                                    |                      |            |
| Динамическое и термическое действие токов к.з.                                | 8                                                                                        |                                    |                      |            |
| Оценка динамического и термического действия токов к.з.                       |                                                                                          | 4*                                 |                      |            |
| Ограничение токов короткого замыкания. Реакторы.                              |                                                                                          |                                    |                      | 12         |
| Исследование характеристик автотрансформатора.                                |                                                                                          |                                    |                      | 12         |
| <b>Раздел 6. Электрооборудование и схемы распределительных устройств СиП</b>  |                                                                                          |                                    |                      |            |
| Режимы работы электроустановок.                                               | 8                                                                                        |                                    |                      |            |
| Выбор токопроводов и проводов воздушных линий. Шинные конструкции.            |                                                                                          | 4                                  |                      |            |
| Высоковольтные выключатели. Масляные выключатели. Воздушные выключатели.      |                                                                                          |                                    |                      | 12         |
| Элегазовые выключатели. Электромагнитные выключатели. Вакуумные выключатели.  |                                                                                          |                                    |                      | 12         |
| Определение характеристик электромагнитного выключателя.                      |                                                                                          |                                    |                      | 12         |
| Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения.             |                                                                                          | 4*                                 |                      |            |
| Виды главных схем подстанций.                                                 |                                                                                          |                                    |                      | 14         |
| <b>ИТОГО в 7 семестре</b>                                                     | <b>24</b>                                                                                | <b>24</b>                          |                      | <b>132</b> |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b>                                                    | <b>52</b>                                                                                | <b>38</b>                          |                      | <b>212</b> |

\* реализуется в форме практической подготовки

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

| Компоненты самостоятельной работы          | Количество часов |
|--------------------------------------------|------------------|
| Изучение теоретических разделов дисциплины | 24               |
| Подготовка к занятиям семинарского типа    | 20               |
| Подготовка к практическим работам          | 20               |
| Подготовка, выполнение и защита РГР        | 16               |
| <b>Итого в 7 семестре</b>                  | <b>80</b>        |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| Изучение теоретических разделов дисциплины | 35         |
| Подготовка к занятиям семинарского типа    | 30         |
| Подготовка к практическим работам          | 30         |
| Подготовка, выполнение и защита КП         | 37         |
| <b>Итого в 8 семестре</b>                  | <b>132</b> |
| <b>Итого по дисциплине</b>                 | <b>212</b> |

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1) Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Учебник для вузов / Б. Н. Неклепаев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 640с. - Библиогр.: с.627-632. - 1-50.

2) Старшинов, В.А. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие для вузов / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина. - М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 296с.: ил.

3) Сибикин, Ю.Д. Электрические подстанции: учебное пособие для высш. и сред. проф. образования / Ю. Д. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. - 413с.

### **8.2 Дополнительная литература**

1) Мамошин, Р.Р. Электрические станции и подстанции: учебное пособие для вузов. Ч.2 : Технические средства и оборудование электрических станций и подстанций / Р. Р. Мамошин, Б. А. Дудин. - Стер.изд. - М.: Альянс, 2016. - 144с.: ил.

2) Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2015. - 325 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3) Стерман, Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Л. С. Стерман. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 463 с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины «Электрические станции и подстанции» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, лабораторных работ и практических занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубле-



ние и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение контрольной работы;
- выполнение расчетно-графической работы;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля.

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе практических занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце 7 семестра и оценивается в баллах. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам текущего контроля и баллов промежуточной аттестации. Максимальный итоговый рейтинг – 100 баллов. Оценке «отлично» соответствует 85-100 баллов; «хорошо» – 75-84; «удовлетворительно» – 65-74; менее 65 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 5).

#### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com>
- 2) Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>
- 3) Информационно-справочная система «Консультант плюс».

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий и курсовых проектов.

#### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- Библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/>
- Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru/>

## **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 6 – Перечень используемого программного обеспечения

| Наименование ПО           | Реквизиты / условия использования                                                                                                                  |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Microsoft Imagine Premium | Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019                                                                                                   |
| OpenOffice                | Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a> |

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

| Аудитория | Наименование аудитории (лаборатории) | Используемое оборудование                                      |
|-----------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 203/3     | Лекционная аудитория                 | Специализированная мебель, проектор, экран, ноутбук            |
| 109/3     | Лаборатория электрических машин      | Лабораторные стенды по электрическим машинам и трансформаторам |

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- 1 Параметры, устройство и принцип работы тепловой электростанции.
- 2 Синхронные генераторы электростанций.

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и ре-

флексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**  
**«Электрические станции и подстанции»**

|                                                    |                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Направление подготовки                             | <i>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</i> |
| Направленность (профиль) образовательной программы | <i>Электроснабжение</i>                            |
| Квалификация выпускника                            | <i>Бакалавр</i>                                    |
| Год начала подготовки<br>(по учебному плану)       | <i>2021</i>                                        |
| Форма обучения                                     | <i>очная</i>                                       |
| Технология обучения                                | <i>традиционная</i>                                |

|            |            |                    |
|------------|------------|--------------------|
| Курс       | Семестр    | Трудоемкость, з.е. |
| <i>3,4</i> | <i>6,7</i> | <i>8</i>           |

|                                                  |                                     |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Вид промежуточной аттестации                     | Обеспечивающее подразделение        |
| <i>бсем. – Зачет 7сем. – Зачет с оценкой, КП</i> | <i>Кафедра ЭМ - Электромеханика</i> |

<sup>1</sup>В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Код по ФГОС                                                                                               | Индикаторы достижения                                                                                                                                                                                 | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональные</b>                                                                                   |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                       |
| ПК-1 Способен к обоснованию планов и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций | ПК-1.1 Знает нормативные, методические документы, регламентирующие деятельность по планированию, техническому обслуживанию и организации ремонта оборудования подстанции                              | Знать основные элементы и понятия систем генерации и передачи электроэнергии, а также нормативные документы, регламентирующие деятельность по техническому обслуживанию и организации ремонта оборудования подстанции |
|                                                                                                           | ПК-1.2 Умеет планировать, проводить техническое обслуживание и организацию ремонта оборудования подстанции с использованием новых технологий                                                          | Уметь планировать, проводить техническое обслуживание и ремонт силовых трансформаторов и автотрансформаторов, синхронных генераторов с использованием новых технологий                                                |
|                                                                                                           | ПК-1.3 Владеет навыками формирования и подготовки и согласования проектов планов-графиков и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций на основании сведений об его отказах | Владеть навыками оценки динамического и термического действия токов короткого замыкания, формирования программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций на основании сведений об его отказах       |

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Формируемая компетенция | Наименование оценочного средства | Показатели оценки                                   |
|------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Разделы 1,2,3,4,5,6                      | ПК-1                    | Практические работы              | Правильность выполнения                             |
| Разделы 1,2,3,4,5,6                      | ПК-1                    | Расчетно-графическая работа      | Полнота и правильность выполнения РГР               |
| Разделы 4, 5                             | ПК-1                    | Курсовой проект                  | Полнота и правильность выполнения курсового проекта |

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

|                                                                 | <b>Наименование<br/>оценочного<br/>средства</b> | <b>Сроки<br/>выпол-<br/>нения</b> | <b>Шкала<br/>оценива-<br/>ния</b> | <b>Критерии<br/>оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета</i></b> |                                                 |                                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1                                                               | Практическое задание 1                          | в течение семестра                | 20 баллов                         | 20 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>17 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>14 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>12 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. |
| 2                                                               | Практическое задание 2                          | в течение семестра                | 20 баллов                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                 |                                                 |                                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3                                                               | Расчетно-графическая работа                     | в течение семестра                | 60 баллов                         | 60 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>40 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>30 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>20 баллов – студент продемонстрировал                                                                                                                               |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Наименование оценочного средства | Сроки выполнения   | Шкала оценивания | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                    |                  | недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ИТОГО:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                    | 100 баллов       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b><br>Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов, т.е. для зачета необходимо набрать 75 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Практическое задание 1           | в течение семестра | 25 баллов        | 25 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>20 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>15 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>10 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Практическое задание 2           | в течение семестра | 25 баллов        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Практическое задание 3           | в течение семестра | 25 баллов        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | РГР                              | в течение семестра | 25 баллов        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Текущий контроль:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  | -                  | 100 баллов       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ИТОГО:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                    | 100 баллов       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b><br>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);<br>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень);<br>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);<br>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень) |                                  |                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Курсовой проект                  | в течение семестра | 5                | 5 – студент владеет знаниями, умениями и навыками в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с проектом<br>4 – студент владеет знаниями, умениями и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|  | Наименование оценочного средства | Сроки выполнения | Шкала оценивания | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                  |                  |                  | <p>навыками почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в проектировании</p> <p>3 – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов проектирования</p> <p>2 – студент не освоил обязательного минимума знаний, умений и навыков, не способен проектировать</p> |

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

#### **Практические задания (6 семестр)**

*Практическое задание 1. Составление технологических схем КЭС, АЭС, ГЭС.*

По заданному типу электростанции составить технологическую схему ее функционирования, объяснить принцип работы и основные этапы превращения топлива в электроэнергию. Перечислить сопутствующие процессы. Перечислить основные особенности и параметры станции.

*Практическое задание 2. Компоновка планов СиП. Расчет заземляющих устройств.*

Скомпоновать в виде графического плана расположение основных элементов подстанции на листе формата А4. Сделать расчет заземляющих устройств подстанции с учетом ее проходной мощности, наибольшего напряжения, параметров грунта. Таблицу элементов подстанции дополнить данными для расчета получить у преподавателя.

#### **Практические задания (7 семестр)**

*Практическое задание 1. Выбор мощности трансформаторов на подстанции.*

По суточному графику нагрузки рассчитать мощность и количество трансформаторов подстанции. С учетом мощности и напряжения  $U_{ВН}$  и  $U_{НН}$  выбрать по каталогу конкретные трехфазные масляные трансформаторы для подстанции.

*Практическое задание 2. Оценка динамического и термического действия токов к.з.*

Получить исходные данные для оценки действия тока к.з.: значения тока к.з., время протекания тока к.з., длины, сечения, форма шинопроводов, расстояние между шинами. Рассчитать электродинамическое усилие, возникающее между шинами при протекании токов к.з., температуру шины, оценить термическую деформацию шины.

*Практическое задание 3 Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения.*

По заданным токам и напряжениям сделать выбор ТТ и ТН. В качестве проверки оценить абсолютную погрешность измерений тока и напряжения для выбранных приборов.

### Расчетно-графическая работа (6 семестр)

**Задание на расчетно-графическую работу** - Рассчитать и выбрать силовые трансформаторы подстанции.

В качестве исходных данных для расчета принимаются:

- Напряжения(кВ):  $U_{вн}$ ,  $U_{нн}$ ;
- категория по надежности электроснабжения потребителей;
- суточный график нагрузки;
- годовой график нагрузки.

### Курсовой проект ( 7 семестр)

**Задание на курсовой проект** по дисциплине «Электрические станции и подстанции»: рассчитать электрическую подстанцию по методике, указанной преподавателем. Определение варианта: вариант выбирается по номеру студента в списке группы, если нет других указаний преподавателя. По каждому варианту производится выбор исходных данных по таблицам 1 и 2. Реактивная мощность определяется на базе среднего  $\cos \phi$  в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данных по вариантам.

| № варианта | $U_n$ , кВ | $P_{max}$ , МВт | Сред. температура<br>$\frac{\Theta_{с.зим}}{\Theta_{с.лет}}$<br>°С | Летняя нагрузка. %<br>от зимней | Кол. линий отходящий<br>от ПС | $S_{кз}$ , МВт | Данные питающих линий |                         |             |                         | $\cos \phi$ |
|------------|------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
|            |            |                 |                                                                    |                                 |                               |                | Количество<br>линий   | Тип провода<br>(кабеля) | Сечение, мм | Длина линии<br>$L$ , км |             |
| 1          | 110/<br>10 | 20              | -3/17                                                              | 80                              | 8                             | 3000           | 2                     | АС                      | 70          | 20                      | 0,88        |
| 2          | 150/<br>10 | 30              | -5/20                                                              | 85                              | 6                             | 5000           | 2                     | АС                      | 100         | 50                      | 0,86        |
| 3          | 150/<br>35 | 24              | -4/17                                                              | 80                              | 6                             | 4000           | 4                     | АС                      | 84          | 40                      | 0,91        |
| 4          | 220/<br>10 | 120             | -5/-18                                                             | 75                              | 8                             | 4000           | 4                     | ПвВу                    | 400         | 12                      | 0,92        |
| 5          | 220/<br>35 | 240             | -6/22                                                              | 80                              | 6                             | 6000           | 3                     | АС                      | 150         | 28                      | 0,82        |
| 6          | 330/<br>35 | 120             | -4/17                                                              | 80                              | 6                             | 4000           | 4                     | АС                      | 120         | 40                      | 0,79        |

|    |            |     |        |    |   |      |   |           |     |    |      |
|----|------------|-----|--------|----|---|------|---|-----------|-----|----|------|
| 7  | 110/<br>10 | 20  | -3/17  | 80 | 8 | 3000 | 2 | ПвВ       | 185 | 15 | 0,85 |
| 8  | 110/<br>10 | 20  | -3/17  | 80 | 8 | 3000 | 2 | АС        | 70  | 20 | 0,84 |
| 9  | 220/<br>10 | 30  | -5/-18 | 65 | 8 | 3500 | 4 | ПвВ2<br>г | 400 | 10 | 0,94 |
| 10 | 220/<br>20 | 55  | -4/-16 | 78 | 6 | 6000 | 4 | АС        | 185 | 30 | 0,77 |
| 11 | 220/<br>35 | 240 | -6/22  | 80 | 6 | 6000 | 3 | АС        | 500 | 28 | 0,73 |
| 12 | 220/<br>35 | 120 | -4/17  | 80 | 6 | 4000 | 4 | ПвВ       | 400 | 25 | 0,90 |
| 13 | 110/<br>10 | 20  | -3/17  | 80 | 8 | 3000 | 2 | АС        | 130 | 20 | 0,88 |
| 14 | 110/<br>10 | 20  | -3/17  | 80 | 8 | 3000 | 2 | ПвВ       | 185 | 20 | 0,80 |
| 15 | 220/<br>10 | 30  | -5/-18 | 65 | 8 | 3500 | 4 | АС        | 160 | 30 | 0,92 |

**Примечания:** тип подстанции – ответственная; климатический район по ветру и гололеду – второй; ограничений по площади подстанции нет; агрессивная среда отсутствует; параметры грунта  $P_{\min} = 100$  Ом/м,  $P_{\max} = 140$  Ом/м; АС – воздушная линия «алюминий-сталь»; ПвВ, ПвВу, ПвП2г – подземные кабели типа «вшитый полиэтилен» с медным сечением, смотреть PDF-приложение «Высоковольтные кабели».

Таблица 2 - Среднегодовой суточный график нагрузки подстанции

|          |       |      |       |      |       |       |      |       |
|----------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| Часы     | 0-1-2 | 3    | 4-5   | 6    | 7     | 8     | 9-10 | 11    |
| Нагрузка | 0,5   | 0,55 | 0,6   | 0,62 | 0,65  | 0,68  | 0,8  | 0,9   |
| Часы     | 12-13 | 14   | 15-16 | 17   | 18-19 | 20-21 | 22   | 23-34 |
| Нагрузка | 0,75  | 0,8  | 0,95  | 0,98 | 1,0   | 0,95  | 0,75 | 0,7   |

## Лист регистрации изменений к РПД

[illegible]