

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156656	Электрическая часть электростанций и подстанций

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Электроэнергетика и электротехника	<b>Код ОП</b> 1. 13.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Электроэнергетика и электротехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Дмитриев Степан Александрович	кандидат наук, доцент	Доцент	автоматизированных электрических систем
2	Кокин Сергей Евгеньевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	автоматизированных электрических систем
3	Стаймова Елена Дмитриевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	автоматизированных электрических систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Электрическая часть электростанций и подстанций

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Основы техники высоких напряжений» «Электрооборудование электроэнергетических установок» «Вопросы функционирования электрических станций и подстанций». Изучается основное электротехническое оборудование электроэнергетических установок и методы его выбора. Рассматриваются условия работы и методы выбора основного и вспомогательного силового оборудования электростанций и подстанций. Изучаются явления и процессы, связанные с выбором материалов высоковольтной изоляции, ее испытанием с применением специальных испытательных установок. Рассматриваются волновые процессы в электроэнергетических системах, связанные с перенапряжениями, которые возникают как в результате воздействия природных факторов, так и факторов, связанных с работой электрических систем. Изучаются основные методы ограничения перенапряжений, выбора защитной аппаратуры, методы и средства выполнения молниезащиты зданий и сооружений. Изучаются схемы электрических соединений распределительных устройств электрических станций и подстанций. Изучается генерирующее оборудование электростанций, режимы его работы. Рассматриваются и анализируются оперативные переключения на объектах электроэнергетики.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы техники высоких напряжений	3
2	Вопросы функционирования электрических станций и подстанций	4
3	Электрооборудование электроэнергетических установок	4
ИТОГО по модулю:		11

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

<b>Перечень дисциплин модуля</b>	<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>
1	2	3
Вопросы функционирования электрических станций и подстанций	ПК-38 - Способен осуществлять выбор технологического оборудования объектов электроэнергетики, участвовать в его обслуживании и ремонте	<p>З-9 - Описывать устройство и работу синхронных турбогенераторов и гидрогенераторов</p> <p>З-10 - Описывать системы охлаждения и регулирования синхронных генераторов</p> <p>З-11 - Описывать нагрузочные характеристики режимов работы генераторов</p> <p>З-12 - Объяснять принципы и правила построения схем электрических соединений энергообъектов</p> <p>З-13 - Описывать порядок выполнения оперативных переключений на объектах электроэнергетики</p> <p>У-6 - Выбирать рациональный вариант схемы электрических соединений энергообъекта</p> <p>У-7 - Формулировать порядок производства оперативных переключений</p> <p>П-5 - Моделировать включения генераторов на параллельную работу с электрической системой</p> <p>П-6 - Предлагать рациональный вариант схемы электрических соединений энергообъекта</p>
Основы техники высоких напряжений	ПК-38 - Способен осуществлять выбор технологического оборудования объектов электроэнергетики, участвовать в его обслуживании и ремонте	<p>З-1 - Описывать особенности электрического разряда в диэлектриках</p> <p>З-2 - Объяснять основные принципы выполнения внешней и внутренней изоляции электроустановок высокого напряжения</p> <p>З-3 - Описывать основные методы испытания внешней и внутренней изоляции установок высокого напряжения</p> <p>З-4 - Описывать основные причины появления перенапряжений, методы защиты от них, способы молниезащиты</p>

		<p>У-1 - Анализировать возникновения перенапряжений и повреждаемость, выбирать материалы для высоковольтной изоляции, используя основные положения теории электрического разряда в диэлектриках</p> <p>У-2 - Выбирать защитные аппараты для ограничения перенапряжений в электроэнергетической системе</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор изоляции высоковольтного оборудования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт выбора защитной аппаратуры для ограничения перенапряжений в электроэнергетической системе</p>
<p>Электрооборудование электроэнергетических установок</p>	<p>ПК-38 - Способен осуществлять выбор технологического оборудования объектов электроэнергетики, участвовать в его обслуживании и ремонте</p>	<p>З-5 - Описывать условия работы проводников и аппаратов</p> <p>З-6 - Описывать условия выбора силовых элементов электрической сети</p> <p>З-7 - Объяснять критерии выбора современных коммутационных аппаратов</p> <p>З-8 - Характеризовать методы оценки технико-экономических показателей объектов электроэнергетики</p> <p>У-3 - Оценивать режимы загрузки силовых трансформаторов</p> <p>У-4 - Осуществлять выбор и проверку аппаратов и токоведущих частей объектов электросетевого комплекса</p> <p>У-5 - Оценивать техническое состояние оборудования</p> <p>П-3 - Выполнять разработку проектов элементов объектов электросетевого комплекса</p> <p>П-4 - Выбирать параметры регулирующих и компенсирующих устройств</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы техники высоких напряжений**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Сергеев Александр Игоревич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электротехники
2	Шалина Елена Павловна	к.пед.н., без ученого звания	Доцент	Кафедра электротехники

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Электрические разряды в газах, жидких и твердых диэлектриках	
P1 T1	Процессы в газах	Конфигурация электрических полей. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Закон Пашена. Аналитическое и опытное нахождение разрядного напряжения в газах в однородных и неоднородных полях. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции. Вольт-секундная характеристика.
P1 T2	Типы разрядов	Коронный разряд. Потери энергии на коронирование. Разряд в воздухе вдоль поверхности изоляторов. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Скользящий разряд и его зависимость от конструкции: геометрии электродов, взаимного расположения электродов, расстояния между электродами, материала изоляционной конструкции. Частичные разряды и ионизационный пробой твердой изоляции
P2	Высоковольтная изоляция	
P2 T1	Внешняя изоляция	Внешняя изоляция воздушных линий и распределительных устройств. ГОСТ 1516.2-93. Изоляторы высокого напряжения. Основные электрические и механические характеристики изоляторов. Линейные изоляторы: штыревые, подвесные, тарельчатые, стержневые. Опорные и проходные изоляторы. Степень загрязненности и категория электрооборудования.

		ГОСТ 9920-89. Специальные изоляторы для районов повышенного загрязнения.
<b>P2</b> <b>T2</b>	Внутренняя изоляция	ГОСТ Р 55192-2012. Внутренняя изоляция электроустановок. Требования к электрической прочности изоляции. ГОСТ Р 55195-2012. Способы усиления внутренней изоляции: комбинирование диэлектриков, регулирование электрических полей. Срок службы изоляции и способы его увеличения. Пробой изоляции. Частичные разряды. Маслобарьерная изоляция. Бумажно-масляная изоляция. Изоляция на основе компаундов (RIP-изоляция). Влияние повышенных напряженностей на характеристики RIP-изоляции. Внутренняя газовая изоляция. Элегазовая (SF6) изоляция и ее особенности. Использование газовых смесей при выполнении внутренней изоляции. Применение вакуума как внутренней изоляции.
<b>P2</b> <b>T3</b>	Изоляционные конструкции	Изоляционные конструкции высоковольтного оборудования. Общая характеристика изоляционных конструкций. Проходные изоляторы. Линейные изоляторы. Стационарно-аппаратные изоляторы. Изоляция высоковольтных конденсаторов. Изоляция трансформаторов. Изоляция электрических машин. Изоляция кабелей. Изоляция вводов. Применение полимерных материалов при выполнении изоляционных конструкций. Влияние атмосферных и природных факторов на ресурс полимерной изоляции (особенности применения кремний-органических материалов в лесной зоне).
<b>P2</b> <b>T4</b>	Испытания изоляции	Профилактика изоляции. Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Контроль изоляции по диэлектрическим потерям. Емкостные методы оценки состояния изоляции. Контроль влажности изоляции. Измерение распределения напряжения. Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих частичных разрядов. Испытание повышенным напряжением: заводские и профилактические. Испытания напряжением промышленной частоты. Испытания импульсным напряжением. Особенности испытаний изоляции кабелей, трансформаторов, машин.
<b>P3</b>	Высоковольтное испытательное оборудование и измерения	
<b>P3</b> <b>T1</b>	Резонансные схемы испытаний	Установки для получения переменных напряжений. Особенности испытания емкостных нагрузок. Резонансные схемы испытаний. Установки для получения высоких постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока.
<b>P3</b> <b>T2</b>	Импульсные испытательные установки	Импульсные испытательные установки. Генераторы импульсных напряжений. Генераторы коммутационных перенапряжений. Генераторы импульсных токов.
<b>P3</b> <b>T3</b>	Измерение высоких напряжений	Измерение высоких напряжений. Электростатические вольтметры. Шаровые разрядники. Электронные

		осциллографы. Делители напряжения. Измерение импульсных токов. Бесконтактные методы измерений. ГОСТ Р55193-2012
<b>P4</b>	Перенапряжения и защита от них	
<b>P4</b> <b>T1</b>	Волновые процессы	Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Волновые процессы в линиях. Преломление и отражение волн в узловых точках. Многократные отражения. Искажение и затухание волн. Волновые процессы в трансформаторах и электрических машинах.
<b>P4</b> <b>T2</b>	Перенапряжения в ЛЭП	Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и батарей конденсаторов. Емкостный эффект ненагруженных линий. Перенапряжения в несимметричных схемах при коротких замыканиях и в неполнофазных режимах. Коммутационные перенапряжения. Феррорезонансные напряжения и методы защиты от них. Перенапряжения при коммутации индуктивной нагрузки вакуумными коммутационными аппаратами, перенапряжения при коммутации реакторов и ненагруженных трансформаторов элегазовыми (SF6) коммутационными аппаратами в сетях высших классов напряжения (500 кВ и выше).
<b>P4</b> <b>T3</b>	Защита от перенапряжений	Активная и пассивная защита от перенапряжений. Средства защиты от перенапряжений. Ограничители перенапряжений. Длинноискровые разрядники. Основные требования, защитные характеристики, конструктивные исполнения. Дугогасящие аппараты.
<b>P4</b> <b>T4</b>	Шунтирующие реакторы	Шунтирующие реакторы. Продольная и поперечная компенсация. Применение управляемых шунтирующих реакторов (в т.ч. с тиристорным управлением - СТАТКОМов) для управления режимными свойствами ЭЭС. Концепция FASTS.
<b>P4</b> <b>T5</b>	Длинные линии постоянного тока	Длинные линии постоянного тока. Линии постоянного тока как интегратор ЭЭС различных районов. Преимущества и недостатки.
<b>P5</b>	Молниезащита	
<b>P5</b> <b>T1</b>	Молния источник грозových перенапряжений	Молния как источник грозových перенапряжений. Защита от прямых ударов молнии. Стержневые и тросовые молниеотводы. Грозозащита воздушных линий электропередачи.
<b>P5</b> <b>T2</b>	Заземления в установках высокого напряжения	Заземления в установках высокого напряжения. Заземлители, устройства и характеристики. Расчет заземлителей. Распределение напряжения вдоль обмоток трехфазного трансформатора.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	---------------------------	-------------	---------------------

деятельности	деятельности	деятельности		
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-38 - Способен осуществлять выбор технологического оборудования объектов электроэнергетики, участвовать в его обслуживании и ремонте	У-1 - Анализировать возникновения перенапряжений и повреждаемость, выбирать материалы для высоковольтной изоляции, используя основные положения теории электрического разряда в диэлектриках  П-1 - Осуществлять обоснованный выбор изоляции высоковольтного оборудования

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы техники высоких напряжений

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Кадомская, К. П.; Электрооборудование высокого напряжения нового поколения. Основные характеристики и электромагнитные процессы : монография.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2008; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435981> (Электронное издание)
2. Бочаров, Ю. Н.; Техника высоких напряжений : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032> (Электронное издание)
3. ; Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ : профессиональное руководство.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229> (Электронное издание)
4. Горелов, С. В.; Изоляция и перенапряжения в системах электроснабжения : учебное пособие. 1. ; Директ-Медиа, Москва|Берлин; 2016; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430452> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Кадомская, К. П., Лавров, Ю. А., Лаптев, О. И., Востриков, А. С.; Электрооборудование высокого напряжения нового поколения. Основные характеристики и электромагнитные процессы :

[монография].; НГТУ, Новосибирск; 2008 (1 экз.)

2. Кадомская, К. П., Лавров, Ю. А., Рейхердт, А. А., Востриков, А. С., Пустовой, Н. В.; Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них : [учебник].; НГТУ, Новосибирск; 2004 (2 экз.)

3. Базуткин, В. В., Ларионов, В. П., Пинталь, Ю. С.; Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (21 экз.)

4. Титков, В. В.; Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки магистров "Техническая физика".; Лань, Санкт-Петербург; 2016 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<https://digital-library.theiet.org/>

<https://onlinelibrary.wiley.com/>

<https://link.springer.com/>

<https://www.sciencedirect.com/>

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<https://www.scopus.com>

<https://www.tstu.ru/r.phpr=obuch.book.elib1>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Не используются

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://lib.urfu.ru> Библиотека УрФУ

<http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы техники высоких напряжений**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	<b>Не требуется</b>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>GoogleChrome</p> <p>MozillaFirefox</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>GoogleChrome</p> <p>MozillaFirefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>GoogleChrome</p> <p>MozillaFirefox</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Вопросы функционирования электрических**  
**станций и подстанций**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Дмитриев Степан Александрович	кандидат наук, доцент	Доцент	автоматизированн ых электрических систем
2	Кокин Сергей Евгеньевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	автоматизированн ых электрических систем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Дмитриев Степан Александрович, Доцент, автоматизированных электрических систем**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Введение в дисциплину "Вопросы функционирования электрических станций и подстанций"
P2	Синхронные генераторы и синхронные компенсаторы	
P2.T1	Типы генераторов и их параметры	Типы генераторов и их параметры. Скорость вращения. Номинальная мощность синхронных генераторов. Проблема роста единичной мощности.
P2.T2	Конструкция турбогенераторов	Конструктивное исполнение современных турбогенераторов и гидрогенераторов [ГОСТ 183-74].
P2.T3	Системы охлаждения синхронных машин	Классификация и оценка эффективности различных систем охлаждения серийных генераторов. Криогенное охлаждение.
P2.T4	Системы возбуждения синхронных машин	Системы возбуждения синхронных машин и основные требования, предъявляемые к ним. Машинное возбуждение (прямое и косвенное). Схемы независимого возбуждения и самовозбуждения с управляемыми и неуправляемыми выпрямителями. Бесщеточная система возбуждения мощных генераторов. Способы гашения поля синхронных генераторов.
P2.T5	Способы включения синхронных машин на параллельную работу	Способы включения синхронных генераторов на параллельную работу. Нормальный режим работы генератора. Понятие о специальных режимах работы генераторов.

<b>P2.T6</b>	Возобновляемые источники энергии	Возобновляемые источники энергии. Формы возобновляемых источников: солнечная, геотермальная, ветровая энергия, энергия морских волн, течений, приливов и океана, энергия биомассы, гидроэнергия, энергия на основе водородных технологий и другие.
<b>P2.T7</b>	Источники реактивной мощности в электроэнергетической системе	Источники реактивной мощности в электроэнергетической системе.
<b>P3</b>	Схемы электрических соединений станций и подстанций	
<b>P3.T1</b>	Основное назначение схем электрических соединений энергообъектов	Определения: структурная схема, схема распределительного устройства (РУ) заданного класса напряжения. Элементы схем электрических соединений РУ (присоединение, коммутационная аппаратура, токоведущие части, вспомогательные элементы). Принципы построения схем электрических соединений энергообъектов. Нормируемые аварийные ситуации, анализ последствий различных типов аварийных ситуаций.
<b>P3.T2</b>	Схемы с однократным принципом подключения присоединений	Секционирование систем шин. Схемы с двумя системами сборных шин. Виды обходных устройств. Достоинства, недостатки и область применения схем с однократным принципом подключения присоединений. Влияние конструктивного исполнения и характеристик оборудования на поведение схем с однократным принципом подключения присоединений.
<b>P3.T3</b>	Схемы с двукратным принципом подключения присоединений	Схемы многоугольника. Схемы с двумя системами сборных шин и коммутацией присоединения двумя выключателями (схемы «3/2», «4/3», «2/1»). Достоинства и недостатки, область применения схем с двукратным принципом подключения присоединений. Влияние конструктивного исполнения и характеристик оборудования на поведение схем с двукратным принципом подключения присоединений.
<b>P3.T4</b>	Схемы с комбинацией принципов подключения присоединений	Схемы с трехкратным принципом подключения присоединений. Схема многоугольника с подменным выключателем. Схема генератор-трансформатор-линия.
<b>P3.T5</b>	Схемы электрических соединений РУ понижающих ПС	Классификация ПС по способу подключения к схеме энергосистемы. Влияние способа подключения ПС к энергосистеме на структуру схемы РУ ПС. Схемы электрических соединений РУ тупиковых, ответвительных, проходных и узловых подстанций на высшем напряжении. Схемы подстанций на низшем классе напряжения. Применение упрощенных схем и схем без выключателей на повышенном напряжении. Комплектные трансформаторные подстанции.
<b>P3.T6</b>	Схемы электрических соединений блочных электростанций и тепловых электростанций с местной нагрузкой	Схемы единичных и укрупненных блоков. Схемы соединений с многократным присоединением элементов (многоугольники, схемы «Г-Т-Л», «3/2», «4/3», «2/1» и др.). Связь распределительных устройств разных напряжений.

<b>P3.T7</b>	Схемы электрических соединений тепловых станций с местной нагрузкой	Схемы электрических соединений теплофикационных электростанций. Определение числа и мощности трансформаторов связи с системой.
<b>P4</b>	Конструктивное исполнение распределительных устройств	
<b>P4.T1</b>	Требования и принципы сооружения распределительных устройств и их эксплуатации	Общие требования и основные принципы сооружения распределительных устройств. Правила устройства и основные размеры конструкций распределительных устройств. Обеспечение безопасности обслуживания и локализации аварий в распределительных устройствах.
<b>P4.T2</b>	Распределительные устройства различных типов	Характерные особенности конструкции закрытых распределительных устройств напряжением 6-220 кВ. Комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией. Достоинства и недостатки распределительных устройств различных типов.
<b>P4.T3</b>	Размещение основных электротехнических устройств	Размещение основных электротехнических устройств на электростанциях и подстанциях. Комплектные трансформаторные подстанции. Грозозащита и заземление объектов.
<b>P5</b>	Собственные нужды электростанций и подстанций	Основные механизмы собственных нужд. Типы двигателей, применяемых для привода механизмов собственных нужд тепловых станций. Схемы питания и резервирования собственных нужд ТЭЦ и ГРЭС, АЭС и КЭС.
<b>P6</b>	Технико-экономическое сравнение схем электрических соединений станций и подстанций	Выбор структурной схемы ПС. Выбор структурной схемы блочной электростанции. Математическая модель отказа выключателя. Таблично-логический метод определения вероятности простоя блока. Технико-экономическое сравнение схем электрических соединений блочных электростанций.
<b>P7</b>	Оперативный ток на энергообъектах	Классификация систем оперативного тока. Классификация и режимы работы стационарных аккумуляторных батарей. Выбор аккумуляторных батарей. Конструкции и назначение щитов постоянного тока (ЩПТ). Типовая схема расположения систем оперативного тока на ПС. Установки постоянного тока на подстанциях. Установки постоянного тока на электростанциях.
<b>P8</b>	Управление, контроль и сигнализация на электрических станциях и подстанциях	Щиты управления. Контрольно-измерительные приборы. Дистанционное управление выключателями и разъединителями. Сигнализация и блокировки. Основные виды блокировок. Принцип монтажа и маркировки вторичных цепей. Ключи управления.
<b>P9</b>	Заключение	

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-38 - Способен осуществлять выбор технологического оборудования объектов электроэнергетики, участвовать в его обслуживании и ремонте	У-6 - Выбирать рациональный вариант схемы электрических соединений энергообъекта  П-6 - Предлагать рациональный вариант схемы электрических соединений энергообъекта

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Вопросы функционирования электрических станций и подстанций

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Кокин, С. Е.; Схемы электрических соединений подстанций : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/68483.html> (Электронное издание)
2. Кокин, С. Е., Суворова, А. А.; Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92368.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Кокин, С. Е.; Схемы электрических соединений подстанций : учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей 140400 - Электроэнергетика и электротехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (10 экз.)
2. Васильев, А. А.; Электрическая часть станций и подстанций : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (49 экз.)
3. Рожкова, Л. Д., Карнеева, Л. К., Чиркова, Т. В.; Электрооборудование электрических станций и подстанций : учеб. для студентов сред. проф. образования, обучающихся по специальностям 140206 "Электр. станции, сети и системы", 140203 "Релейная защита и автоматизация электроэнергет. систем".; Академия, Москва; 2009 (74 экз.)
4. Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (65 экз.)
5. Кокин, С. Е., Суворов, А. А.; Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018

(10 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<https://elar.urfu.ru>; <http://docs.cntd.ru>; <http://www.journals.cambridge.com>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Библиотека УрФУ - <https://elar.urfu.ru>.

Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт - <http://docs.cntd.ru>.

Cambridge University Press - <http://www.journals.cambridge.com>.

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Вопросы функционирования электрических станций и подстанций**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	AutoCAD 2014  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	AutoCAD 2014  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
3	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	AutoCAD 2014  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	<b>Не требуется</b>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	<b>Не требуется</b>
6	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	AutoCAD 2014  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электрооборудование**  
**электроэнергетических установок**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Дмитриев Степан Александрович	кандидат наук, доцент	Доцент	автоматизированн ых электрических систем
2	Кокин Сергей Евгеньевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	автоматизированн ых электрических систем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Дмитриев Степан Александрович, Доцент, автоматизированных электрических систем

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Основное электротехническое оборудование электроэнергетических установок: общие сведения.
P2	Условия работы проводников и аппаратов	
P2.T1	Термическое и электродинамическое действие токов короткого замыкания на проводники и аппараты	Нагрев проводников и аппаратов длительным током. Уравнение теплового баланса, установившиеся температуры, постоянная времени нагрева. Нагрев аппаратов и проводников током короткого замыкания (КЗ). Тепловой импульс тока короткого замыкания. Термическая устойчивость аппаратов
P2.T2	Потери в проводниках при переменном токе	Потери в проводниках при переменном токе. Глубина проникновения электрического поля и поверхностное распределение тока.
P2.T3	Короткие замыкания в электроустановках	Короткие замыкания (КЗ) в электроустановках. Основные определения и общая характеристика процесса. Трехфазные короткие замыкания. Методы расчетов токов трехфазного короткого замыкания. Схемы замещения. Определение параметров схем замещения. Преобразования схем замещения. Определение токов для любого момента времени при переходном процессе КЗ.
P2.T4	Принципы ограничения токов короткого замыкания	Принципы ограничения тока короткого замыкания. Секционирование электрической сети. Токоограничивающие реакторы. Расщепление обмоток силовых трансформаторов.

<b>P3</b>	Электрические контакты	
<b>P3.T1</b>	Электрические контакты	Контактные соединения. Определение. Модель контактной поверхности. Физические явления при контактировании. Виды контактов по характеру соприкосновения. Переходные сопротивления. Допустимые условия работы контактов при длительно протекающих токах и токах короткого замыкания. Требования к материалам контактных соединений. Неподвижные и размыкающиеся контакты. Область применения контактных соединений.
<b>P4</b>	Электрическая дуга	
<b>P4.T1</b>	Электрическая дуга постоянного и переменного тока	Электрическая дуга постоянного тока: процессы ионизации и деионизации; распределение падения напряжения в дуге; вольтамперная характеристика (ВАХ) дуги постоянного тока; процесс возникновения электрической дуги. Основные способы гашения дуги: охлаждение, обдув, увеличение расстояния между контактами, многократный разрыв.  Дуга переменного тока: процесс возникновения электрической дуги переменного тока; ВАХ дуги переменного тока; восстановление электрической прочности; восстанавливаемое напряжение.
<b>P4.T2</b>	Способы гашения дуги в электрических аппаратах	Способы гашения дуги постоянного тока, Выключатели постоянного тока.  Способы гашения дуги переменного тока. Способы повышения отключающей способности выключателей. Особенности отключения малых индуктивных и емкостных токов.
<b>P5</b>	Электрические аппараты	
<b>P5.T1</b>	Выключатели на напряжение выше 1000 В	Назначение силовых выключателей. Масляные выключатели с большим объемом масла. Малообъемные масляные выключатели. Воздушные выключатели. Автогазовые выключатели. Электромагнитные выключатели. Элегазовые аппараты. Вакуумные выключатели. Область применения выключателей. Современное состояние и тенденции развития коммутационной техники. Выключатели нагрузки. Приводы силовых выключателей. Выбор коммутационных аппаратов.
<b>P5.T2</b>	Разъединители, отделители и короткозамыкатели	Назначение разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Конструкция и принцип действия. Приводы разъединителей. Особенности выбора разъединителей.
<b>P5.T3</b>	Измерительные трансформаторы тока и напряжения	Измерительные трансформаторы тока: назначение, принцип действия, виды конструкций. Область применения трансформаторов тока. Классы точности. Допустимая область погрешностей для разных классов точности. Основные критерии выбора трансформаторов тока.  Измерительные трансформаторы напряжения: назначение, принцип действия, конструкция. Вторичная нагрузка трансформаторов напряжения. Основные критерии выбора трансформаторов напряжения.

<b>P5.T4</b>	Токоограничивающие реакторы	Технические характеристики и конструктивное выполнение простого и сдвоенного реакторов. Режимы работы сдвоенного реактора. Выбор реакторов.
<b>P4.T5</b>	Перенапряжения. Ограничители перенапряжений	Перенапряжения в электроустановках: виды перенапряжений, способы защиты от перенапряжений. Конструкция и принцип действия разрядников и ограничителей перенапряжений. ВАХ варисторов. Преимущества и недостатки ограничителей перенапряжений.
<b>P6</b>	Токопроводы электростанций и подстанций	
<b>P5.T1</b>	Шинные конструкции распределительных устройств (РУ)	Шинные конструкции распределительных устройств электроэнергетических объектов. Виды шинных конструкций и область их применения. Изоляторы: виды, конструкция, назначение, область применения. Расчет шинных конструкций на механическую прочность при коротком замыкании мощных токопроводов генераторного напряжения. Выбор токоведущих частей.
<b>P6.T2</b>	Проблема мощных токопроводов генераторного напряжения	Проблема мощных токопроводов генераторного напряжения.
<b>P6.T3</b>	Комплектные токопроводы в распределительных устройствах	Комплектные токопроводы распределительных устройств. Назначение и конструкция. Достоинства и недостатки комплектных токопроводов.
<b>P7</b>	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	
<b>P7.T1</b>	Конструкция, принцип действия и системы охлаждения силовых трансформаторов	Назначение и принцип действия силового трансформатора. Устройство: конструктивная и активная части, магнитопровод и обмотки, изоляция обмоток.  Коэффициент трансформации. Понятие номинальной мощности трансформаторов. Виды силовых трансформаторов.  Способы охлаждения силовых трансформаторов. Маркировка систем охлаждения.
<b>P7.T2</b>	Регулирование напряжения в силовых трансформаторах, типы регуляторов	Способы регулирования напряжения в узлах энергосистемы. Принцип регулирования напряжения в силовых трансформаторах.  Типы регуляторов напряжения. Особенности регуляторов напряжения. Процесс регулирования напряжения. Вольтодобавочные трансформаторы.
<b>P7.T3</b>	Особенности и область применения автотрансформаторов	Особенности автотрансформаторов. Достоинства и недостатки автотрансформаторов. Полная и типовая мощность. Комбинированные режимы работы. Нагрузочная способность. Регулирование напряжения. Область применения.
<b>P7.T4</b>	Режимы работы нейтрали электроустановок	Режимы работы нейтралей в электроустановках. Трехфазные сети с незаземленными (изолированными) нейтральями; с резонансно-заземленными (компенсированными) нейтральями; с эффективно-заземленными нейтральями; с глухозаземленными нейтральями. Дугогасящие реакторы.

<b>P7.T5</b>	Нагрузочная способность и выбор силовых трансформаторов и автотрансформаторов	Нагрузочная способность силовых трансформаторов и автотрансформаторов.  Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Графики электрических нагрузок. Износ изоляции и срок службы трансформаторов. Режимы работы силовых трансформаторов. Предельные температуры для обмотки и трансформаторного масла, нормирование перегрева. Определение нагрузочной способности и допустимых продолжительных аварийных перегрузок трансформаторов в соответствии с ГОСТ 14209.
<b>P8</b>	Заключение	

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-38 - Способен осуществлять выбор технологического оборудования объектов электроэнергетики, участвовать в его обслуживании и ремонте	У-3 - Оценивать режимы загрузки силовых трансформаторов  У-5 - Оценивать техническое состояние оборудования  П-3 - Выполнять разработку проектов элементов объектов электросетевого комплекса

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Электрооборудование электроэнергетических установок

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Кокин, С. Е., Суворова, А. А.; Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92368.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Кокин, С. Е., Суворов, А. А.; Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02

- Электроэнергетика и электротехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)

2. , Герасимов, В. Г., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Орлов, И. Н., Попов, А. И., Строев, В. А.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы; МЭИ, Москва; 2007 (3 экз.)

3. , Герасимов, В. Г., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Орлов, И. Н., Попов, А. И., Строев, В. А.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 2. ; МЭИ, Москва; 2007 (3 экз.)

4. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (65 экз.)

5. , Васильев, А. А.; Электрическая часть станций и подстанций : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (49 экз.)

6. Рожкова, Л. Д., Карнеева, Л. К., Чиркова, Т. В.; Электрооборудование электрических станций и подстанций : учеб. для студентов сред. проф. образования, обучающихся по специальностям 140206 "Электр. станции, сети и системы", 140203 "Релейная защита и автоматизация электроэнергет. систем".; Академия, Москва; 2009 (74 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<https://elar.urfu.ru>; <http://docs.cntd.ru>; <http://www.journals.cambridge.com>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Библиотека УрФУ - <https://elar.urfu.ru>.

Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт - <http://docs.cntd.ru>.

Cambridge University Press - <http://www.journals.cambridge.com>.

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электрооборудование электроэнергетических установок**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	AutoCAD 2014

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>AutoCAD 2014</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>AutoCAD 2014</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
--	--	---	--