

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электроснабжение и электротехнология»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

**Б.1.1.18 Техника высоких напряжений**

направления подготовки

«13.03.02 Электроэнергетика электротехника»

Профиль «Электроснабжение»

форма обучения – очная  
курс – 4,  
семестр – 7,  
зачетных единиц – 4,  
часов в неделю – 4,  
всего часов – 144,  
в том числе:  
лекции – 36,  
коллоквиумы – нет,  
практических занятий - 18  
лабораторные занятия – 18,  
самостоятельная работа – 72,  
зачет -нет  
зачет с оценкой – 7 семестр.  
РГР – нет  
курсовая работа – нет  
курсовой проект – нет

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель преподавания дисциплины:** системное ознакомление студентов с физическими процессами, происходящими в изоляционных материалах при воздействии напряжений различной величины и формы. Изучение дисциплины создаст базу для проектирования изоляции электрических машин, аппаратов и электроустановок и способов защиты от перенапряжений в электрических системах.

**Задачи изучения дисциплины:** получение знаний, необходимых для проектирования изоляции линий, подстанций, вращающихся машин и трансформаторов. Изучение данной дисциплины позволит получить ясное понимание о процессах, происходящих в газообразных, жидких и твердых диэлектриках при внешних и внутренних перенапряжениях.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Техника высоких напряжений» относится к базовой части блока «Дисциплины (модули)» бакалаврской подготовки по профилю «Электроснабжение».

Данная дисциплина имеет содержательно-методическую взаимосвязь с базовыми дисциплинами «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Численные методы решения задач электродинамики и теплопереноса», «Теоретические основы электротехники», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции».

Основными требованиями к «входным знаниям», умениям и компетенциям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин, являются следующие:

- умение решать задачи математической физики (дифференциальные уравнения в частных производных);
- владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией;
- знать физические свойства электротехнических материалов;
- владеть методами расчета электрических цепей.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: Общие образовательные компетенции ОПК-2, 3. Профессиональные компетенции ПК – 1, 2, 10:

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
- способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
- способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10).

**Студент должен знать:** процессы в электроустановках, приводящие к возникновению перенапряжений, виды перенапряжений, методы предотвращения развития перенапряжений, способы защиты электрооборудования от пробоя изоляции.

**Студент должен уметь:** определять основные параметры электрического поля и изоляционных материалов, рассчитывать уровни перенапряжений, выбирать основные схемы защиты электрооборудования от перенапряжений, рассчитывать необходимые параметры защитных устройств.

**Студент должен владеть:** различными методами защиты от перенапряжений в системах электроснабжения.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-дели	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1	1-4	1	Электрические разряды в ди-электрических средах	32	10	-	-	4	18
2	5-8	2	Высоковольтное испытатель-ное оборудование	26	6	-	4	-	16
3	8-12	3	Изоляция высоковольтного электрооборудования	38	8	-	6	6	18
4	13-18	4	Перенапряжения и защита изоляции от перенапряжений	48	12	-	8	8	20
Всего часов				<b>144</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1-2	<p><b>Электрические разряды в газах.</b>            Виды электрических полей. Виды ионизации. Лавина электронов. Стримерная форма разряда. Искровой разряд. Закон Пашена.            Разряд в неоднородных полях. Лидерный разряд в длинных промежутках. Молния. Дуговой разряд.</p>	Литература [1-12], Конспект лекций, ИОС СГТУ
1	6	3-4	<p><b>Пробой диэлектриков.</b> Понятие пробоя. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции. Пробой конденсированных сред. Пробой жидких диэлектриков. Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков.            Пробой твердых диэлектриков. Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность твердых диэлектриков. Механизм электрического пробоя твердых диэлектриков. Тепловой пробой твердых диэлектриков. Диэлектрическая прочность твердых диэлектриков.</p>	Литература [1-12], Конспект лекций, ИОС СГТУ
2	6	5-6	<p><b>Высоковольтное испытательное оборудование.</b>            Методы и устройства получения высокого переменного напряжения. Методы и устройства регулирования напряжения трансформатора и каскада трансформаторов Методы и устройства получения высокого напряжения постоянного тока. Схемы выпрямления тока высокого напряжения. Каскадный генератор постоянного тока высокого напряжения. Методы и устройства получения высоковольтных импульсов напряжения.            Методы получения импульсных токов.  <b>Измерение высоких напряжений и импульсных токов.</b> Делители для измерения высоких напряжений. Измерение больших импульсных токов.</p>	Литература [1-12], Конспект лекций, ИОС СГТУ

1	2	3	4	5
3	8	7-9	<p><b>Изоляция высоковольтного электрооборудования.</b> Классификация электрической изоляции. Условия работы и требования, предъявляемые к электрической изоляции высоковольтного оборудования.</p> <p><b>Наружная изоляция электроустановок.</b> Изоляция воздушных линий электропередачи. Опорные изоляторы. Проходные изоляторы. Высоковольтные вводы.</p> <p><b>Изоляция силовых конденсаторов.</b> Расчет емкости конденсаторов. Характеристики основных материалов, применяемых в высоковольтных конденсаторах. Основы электрического расчета косинусных конденсаторов.</p> <p><b>Изоляция трансформаторов высокого напряжения.</b> Изоляция трансформаторов тока. Изоляция трансформаторов напряжения.</p> <p><b>Изоляция силовых трансформаторов.</b> Изоляция испытательных трансформаторов. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения. Кабели с вязкой пропиткой. Маслонаполненные кабели. Газонаполненные кабели. Кабели в стальных трубах под давлением масла или газа. Кабельные линии в трубах со сжатым газом. Кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией.</p> <p><b>Изоляция вращающихся машин высокого напряжения.</b></p> <p><b>Методы профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.</b> Физические процессы в многослойном диэлектрике. Методы профилактических испытаний изоляции оборудования высокого напряжения.</p>	Литература [1-12], Конспект лекций, ИОС СГТУ

1	2	3	4	5
4	12	10-14	<p><b>Перенапряжения в электрических системах</b>  Классификация видов перенапряжений.  Уровни и координация изоляции.  <b>Волновые процессы в линиях.</b> Волновые процессы в длинных линиях.  Преломление и отражение волн в узловых точках. Определение напряжения на вентильном разряднике при воздействии волны грозового перенапряжения. Многократные отражения в линиях конечной длины. Искажение и затухание волн.  Волновые процессы в трансформаторах.  <b>Атмосферные перенапряжения.</b> Параметры молнии. Молниеотводы зоны защиты молниеотводов. Грозозащита линий электропередачи. Индуцированные перенапряжения на ЛЭП. Перенапряжения от прямого удара молнии в линию без троса. Перенапряжения прямого удара молнии в линию с тросом.  <b>Квазистационарные перенапряжения.</b>  Резонансные перенапряжения на основной частоте в установившемся режиме при холостом ходе односторонне питаемой линии.  Влияние продольных и поперечных компенсирующих устройств на вынужденную составляющую напряжения.  Феррорезонансные перенапряжения.  <b>Коммутационные перенапряжения</b>  Перенапряжения при отключении ненагруженных линий и батарей конденсаторов.  Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключениях малых индуктивных токов.  Перенапряжения при однофазном замыкании на землю в системах с незаземленной нейтралью.  Гашение емкостного тока замыкания на землю с помощью дугогасящих аппаратов.  Смещение нейтрали в сетях с дугогасящими аппаратами.  <b>Средства защиты от перенапряжений</b></p>	Литература [1-12], Конспект лекций, ИОС СГТУ

## 6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Расчет характеристик электрического поля. Электрическая емкость. Расчет диэлектрических потерь.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
1	2	2	Расчет потерь на корону в воздушных линиях электропередачи.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
3	4	3	Волновые процессы в воздушных линиях. Расчет волновых процессов в линиях.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
4	4	4	Расчет зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
4	2	5	Расчет импульсных заземлителей	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
4	4	6	Расчет и выбор устройств защиты от перенапряжений	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	2	Исследование разряда в газах. Электрические разряды на поверхности твердого диэлектрика.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
2	2	Исследование распределения напряженности по элементам изоляционных конструкций	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
3	4	Изучение методов контроля изоляции, основанных на абсорбции зарядов.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
3	4	Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
4	6	Компьютерное моделирование защиты подстанций от набегающих волн	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	18	Расчет напряженности поля на поверхности проводов трехфазной линии. Газовый разряд по поверхности твердого диэлектрика.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
2	16	Координация изоляции по атмосферным перенапряжениям. Координация изоляции по внутренним перенапряжениям.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
3	18	Профилактические испытания изоляции повышенным напряжением	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС
4	20	Движение электромагнитных волн вдоль линий электропередачи. Падение и отражение волн на подстанции.	Литература [1-12], конспект лекций в ИОС

### 9. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая часть учебным планом не предусмотрена

#### 11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

#### 12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Компетенции формируются в процессе освоения образовательной программы последовательно и взаимосвязано. Показателями выработки этих компетенций являются результаты работы студента на лекциях и коллоквиумах, практических и лабораторных занятиях, а также при выполнении курсовой и самостоятельной работы.

Результаты обучения, этапы формирования и критерии оценивания компетенций приведены в приложении к рабочей программе.

Фонд оценочных средств: устный ответ на лекциях и коллоквиумах, отчеты по практическим заданиям и лабораторным работам, в том числе выполняемые с применением пакетов прикладных программ, курсовая работа, тестирование, экзамен. Типовые практические задания, тестовые материалы, вопросы к экзамену прилагаются к рабочей программе в ИОС.

## Вопросы для зачета

Не предусмотрены.

## Вопросы для экзамена

1. Виды электрических полей. Виды ионизации. Лавина электронов.
2. Стримерная форма разряда. Искровой разряд. Закон Пашена.
3. Разряд в неоднородных полях. Лидерный разряд в длинных промежутках
4. Молния. Дуговой разряд.
5. Понятие пробоя. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции.
6. Пробой конденсированных сред.
7. Пробой жидких диэлектриков. Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков.
8. Пробой твердых диэлектриков.
9. Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность твердых диэлектриков.
10. Механизм электрического пробоя твердых диэлектриков.
11. Тепловой пробой твердых диэлектриков.
12. Диэлектрическая прочность твердых диэлектриков.
13. Методы и устройства получения высокого переменного напряжения.
14. Методы и устройства регулирования напряжения трансформатора и каскада трансформаторов.
15. Методы и устройства получения высокого напряжения постоянного тока. Схемы выпрямления тока высокого напряжения.
16. Высоковольтное испытательное оборудование.
17. Каскадный генератор постоянного тока высокого напряжения.
18. Методы и устройства получения высоковольтных импульсов напряжения.
19. Методы получения импульсных токов.
20. Измерение высоких напряжений и импульсных токов.
21. Делители для измерения высоких напряжений. Измерение больших импульсных токов.
22. Изоляция высоковольтного электрооборудования. Классификация электрической изоляции.
23. Условия работы и требования, предъявляемые к электрической изоляции высоковольтного оборудования.
24. Наружная изоляция электроустановок. Изоляция воздушных линий электропередачи.

25. Опорные изоляторы. Проходные изоляторы. Высоковольтные вводы.
26. Изоляция силовых конденсаторов.
27. Расчет емкости конденсаторов.
28. Характеристики основных материалов, применяемых в высоковольтных конденсаторах.
29. Основы электрического расчета косинусных конденсаторов.
30. Изоляция трансформаторов высокого напряжения.
31. Изоляция трансформаторов тока. Изоляция трансформаторов напряжения.
32. Изоляция силовых трансформаторов. Изоляция испытательных трансформаторов.
33. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения. Кабели с вязкой пропиткой.
34. Маслонаполненные кабели.
35. Газонаполненные кабели.
36. Кабели в стальных трубах под давлением масла или газа.
37. Кабельные линии в трубах со сжатым газом. Кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией.
38. Изоляция вращающихся машин высокого напряжения.
39. Методы профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.
40. Физические процессы в многослойном диэлектрике. Методы профилактических испытаний изоляции оборудования высокого напряжения.
41. Перенапряжения в электрических системах. Классификация видов перенапряжений.
42. Уровни и координация изоляции.
43. Волновые процессы в линиях. Волновые процессы в длинных линиях.
44. Преломление и отражение волн в узловых точках.
45. Определение напряжения на вентильном разряднике при воздействии волны грозового перенапряжения.
46. Многократные отражения в линиях конечной длины. Искажение и затухание волн.
47. Волновые процессы в трансформаторах.
48. Атмосферные перенапряжения. Параметры молнии.
49. Молниеотводы зоны защиты молниеотводов. Грозозащита линий электропередачи.
50. Индуцированные перенапряжения на ЛЭП. Перенапряжения от прямого удара молнии в линию без троса. Перенапряжения прямого удара молнии в линию с тросом.
51. Квазистационарные перенапряжения. Резонансные перенапряжения на основной частоте в установившемся режиме при холостом ходе односторонне питаемой линии.

52. Влияние продольных и поперечных компенсирующих устройств на вынужденную составляющую напряжения.
53. Феррорезонансные перенапряжения.
54. Коммутационные перенапряжения. Перенапряжения при отключении ненагруженных линий и батарей конденсаторов.
55. Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключениях малых индуктивных токов.
56. Перенапряжения при однофазном замыкании на землю в системах с незаземленной нейтралью.
57. Гашение емкостного тока замыкания на землю с помощью дугогасящих аппаратов.
58. Средства защиты от перенапряжений.

**Тестовые задания по дисциплине – приводятся в ИОС.**

#### **14. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО в данном курсе предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий (коллоквиумов в диалоговом режиме, дискуссий, компьютерных интерактивных занятий, разбор конкретных ситуаций, групповых дискуссий, результатов работы студенческих исследовательских групп, вузовских и межвузовских конференций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. На лекциях используются мультимедийные средства обучения.

Для выполнения указанных требований часы СРС используются для подготовки докладов (сообщений) на коллоквиумах, участия в дискуссии по рассмотренным на лекциях темах.

#### **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

##### *Основная литература*

1. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник / И. М. Бортник [и др.] ; под общ. ред. И. П. Верещагина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ИД МЭИ, 2010. - 704 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 697-698 (44 назв.). - Гриф: допущено УМО России по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учебника для студ., обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика". - Имеется электронный аналог печатного издания. - ISBN 978-5-383-00195-0. Экземпляры всего: 10.

2. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник / И. М. Бортник [и др.] ; под ред. И. П. Верещагина. - М. : ИД МЭИ, 2010. - on-line. - ISBN 978-5-383-00195-0 (Шифр 621.3(075)/Э45)

Экземпляры всего: 10.

3. Куффель, Е. Техника и электрофизика высоких напряжений : учебно-справ. рук. / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель ; пер. с англ. С. М. Смольского ; под ред. И. П. Кужекина. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2011. - 520 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-053-2.

Экземпляры всего: 10.

4. Основы современной энергетики [Электронный ресурс] : в 2 т. : учебник / под общ. ред. Е. В. Аметистова. - 5-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : ИД МЭИ, 2010 - Систем. требования: 128 MB RAM оперативной памяти. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrzdel/melellib/3321-elreselibonline> (книга доступна в ЭБС "Библио Тех"). - ISBN 978-5-383-00501-1. Т. 2 : Современная электроэнергетика. - 2010. - on-line : цв. - Гриф: допущено УМО вузов России по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" . - Рек. Корпоративным энерг. ун-том в качестве учеб. пособия для системы подгот., переподгот. и повышения квалификации персонала энерг. компаний, а также для вузов, осуществляющих подгот. энергетиков. - Электронный аналог печатного издания. - Режим доступа : <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrzdel/melellib/3321-elreselibonline>. - Количество одновременных доступов 2. - ISBN 978-5-383-00503-3.

5. Основы современной энергетики : в 2 т. : учебник ; Т. 2 : Современная электроэнергетика / под ред.: А. П. Бурмана, В. А. Строева. - М. : ИД МЭИ, 2010. - 632 с: вкл. л. - ISBN 978-5-383-00503-3 (Шифр 620.9(075)/О)

Экземпляры всего: 1.

### *Дополнительная литература*

6. Техника высоких напряжений : учеб. пособие / Г. Н. Александров [и др.] ; под ред. М. В. Костенко. - М. : Высшая школа, 1973. - 528 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 521 (25 назв.) . - Гриф: допущено М-вом высш. и сред. спец. образования СССР в качестве учеб. пособия для студентов электро-энергет. спец. высш. учеб. зав.

Экземпляры всего: 9.

7. Руководство к лабораторным работам по технике высоких напряжений : учеб. пособие / А. А. Дульзон [и др.] ; Томский политехн. ин-т им. С. М. Кирова. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 1975. Ч. 1 : Разряды в диэлектриках, высоковольтная изоляция, перенапряжения. - 1975. - 170 с.

Экземпляры всего: 3.

8. Харечко В.Н. Основы заземления электрических сетей и электроустановок зданий / В.Н. Харечко, Ю.В. Харечко. – М.: ПТФ Моск. ин-т энергобезопасности и энергосбережения, 2006. – 180 с.

Экземпляры всего: 1.

9. Руководство к лабораторным работам по технике высоких напряжений / В.Ф. Важнов и др. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 76 с.

Экземпляры всего: 1.

10. Электроэнергетика: сб. науч. тр. / А.И. Шалин. Новосибирск: Изд-во НГТУ.– Ч.2 – 2002. – 178 с.

8. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций / М-во энергетики РФ. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 48 с.

Экземпляры всего: 1.

11. Ларионов, В. П. Техника высоких напряжений (Изоляция и перенапряжения в электрических установках) : учеб. пособие / В. П. Ларионов, В. В. Базуткин, Ю. Г. Сергеев ; под ред. В. П. Ларионова. - М. : Энергоиздат, 1982. - 296 с.

Экземпляры всего: 8.

12. Базуткин, В. В. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах [Текст] : Учебник / В. В. Базуткин, В. П. Ларионов, Ю. С. Пинталь; Под ред. В. П. Ларионова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 463 с. : ил.

Экземпляры всего: 30.

### ***Периодические издания***

11. Вопросы электротехнологии: науч.-техн. журн. - Саратов: Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю. А. Гагарина (архив 2013 – 2017), №1. – 4. ISSN 2309-6020.

12. Электричество: теорет. и науч.-практ. журн. - М.: МЭИ (архив 2010 -2012) - ISSN 0013-5380.

13. Автоматика и телемеханика: Российская Академия наук. - М.: Наука (архив 2010 -2013) - ISSN 0005-2310.

14. Электротехника: науч.-техн. журн. - М.: ЗАО "Знак" (архив 2010 - 2013) - ISSN 0013-5860.

15. Электроника. РЖ ВИНТИ (архив 2010 -2017) - ISSN 0203-5189

### ***Интернет-ресурсы:***

16. Библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru>

17. Информационно-образовательная среда. - Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru>.

18. Электронный каталог Научно-технической библиотеки СГТУ. - Режим доступа: <http://irbis.sstu.ru>.

19. Электронный читальный зал Научно-технической библиотеки СГТУ. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>

20. Министерство образования и науки Российской Федерации. - Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>

21. Федеральный портал «Российское образование». - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>

22. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

23. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. - Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/>

24. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>

***Источники ИОС:***

25. <https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/AEU/13.03.02-2/b.1.2.17/default.aspx>.

## **16. Материально-техническое обеспечение**

Используются в качестве наглядных пособий плакаты устройства электрических машин, развернутых схем обмоток.

Для проведения лабораторных занятий используется математическое моделирование электрических процессов в изоляции высоковольтного электрооборудования с помощью специальных компьютерных программ, разработанных автором (в системе MathCAD и ELCUT). Для проведения практических занятий используется факультетский вычислительный класс.

При проведении лекционных занятий используется аудитория с мультимедийными оборудованием.