

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электротехника и электроника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **Б.1.3.11.1**

**«Перспективные электрические аппараты»**

направления подготовки **13.03.02**

**«Электроэнергетика и электротехника» ЭЛЭТ**

Профиль 3 - «Электрические и электронные аппараты»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 8

зачетных единиц – 2

всего часов - 72

лекции – 18 час.

практические занятия – 18 час.

самостоятельная работа – 36 час.

зачет – 8 семестр

## 1. Цель и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

дать студентам знания по теоретическим основам электрических и электронных аппаратов, их устройству, областям применения, характеристикам и параметрам, условиям эксплуатации.

Задачи изучения дисциплины:

рассмотрение вопросов теории, расчётов, конструкции, выбора и эксплуатации электрических аппаратов, а именно:

- ознакомление с различными типами электрических аппаратов и их рабочими узлами;
- изучение критериев грамотного выбора электрических аппаратов для данной рабочей системы (силовой цепи);
- приобретение навыков по испытанию и эксплуатации электрических аппаратов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

В представленной таблице дается описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП

Дисциплина по учебному плану			Перечень вопросов (дидактических единиц), знания по которым необходимы для изучения дисциплины	Дисциплина, в рамках которой изучается	
Шифр дисциплины	Наименование дисциплины	Трудоемкость (час)		Шифр дисциплины	Наименование дисциплины*
Б.1.3.11.1	Перспективные электрические аппараты	72	Дифференциальное и интегральное исчисления; обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного; гармонический анализ; преобразование Лапласа.	Б.1.1.5	Математика
			Электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, электромагнитное поле.	Б.1.1.7	Физика

Дисциплины, предшествующие данной по профилю «Электрические и электронные аппараты»:

«Электрический привод» (6,7 сем.), «Микропроцессоры и микроконтроллеры в ЭЭА» (6 сем.).

Одновременно изучаются в 7 сем. – «Интеллектуальная электроника», «Техника высоких напряжений».

## 1. Требования к результатам освоения дисциплины

Выпускник должен обладать общепрофессиональными (ОПК-1,2) компетенциями в соответствии с Приказом ФГОС ВО Министерства образования и науки РФ, утвержденного от 03.09.2015г. № 955.

Общепрофессиональная компетенция (ОПК-1):

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

*Студент должен знать:* современные методы исследования и моделирования с использованием вычислительной техники и соответствующих программных комплексов.

*Студент должен уметь:* осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

*Студент должен владеть:* навыками поиска, обработки и анализа информации.

Общепрофессиональная компетенция (ОПК-2):

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

*Студент должен знать:* основные положения теории и практики, выбора и проектирования, монтажа и анализа, наладки и эксплуатации электрических и электронных аппаратов и содержащего их электротехнического оборудования.

*Студент должен уметь:* выбирать и анализировать использование электрических и электронных аппаратов, применяемых в современных технологических процессах и электротехническом оборудовании; выбирать основные типовые электрические и электронные аппараты для различных комплексов производства, распределения и использования электроэнергии, обосновывать принятие конкретного технического решения.

*Студент должен владеть:* навыками анализа, проектирования и расчета схем и элементов основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов, режимов работы электроэнергетических установок различного назначения, а также проведения испытаний, монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических работ электрооборудования и объектов электроэнергетики.

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

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы			
				Всего	Лекции	Практ. зан.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
8 семестр							
1	1		Основы теории контактных электромеханических устройств	14	4	3	7
	2		Контактные электрические аппараты	15	4	4	7
2	3		Бесконтактные коммутационные устройства	15	4	4	7
	4		Комплектные распределительные устройства	12	2	3	7
	5		Логические элементы и устройства	16	4	4	8
<b>Всего</b>	<b>8 сем.</b>			<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</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	Электродинамические усилия в элементах электромагнитных устройств	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Нагрев электрических аппаратов	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Электрические контакты. Общие сведения, материалы и режимы работы контактов	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Электрическая дуга и её гашение	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Электромагниты	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
2	4	3,4	Аппараты ручного управления	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Аппараты автоматического управления	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Автоматическая защита	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
3	4	5,6	Магнитные коммутационные устройства	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Полупроводниковые коммутационные устройства	15.1.(1-5, 6-10)

				15.2.,15.3.
4	2	7	Контактные и бесконтактные, комплектные устройства (коммутирующие и регулирующие)	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
5	4	8,9	Общие сведения о логических элементах и устройствах	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Характеристики и параметры логических элементов	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
			Микропроцессоры и электронные управляющие машины	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.

**6. Содержание коллоквиума - не предусмотрено учебным планом**  
**7. Перечень лабораторных работ - не предусмотрены учебным планом**

### 8. Перечень практических работ

№ темы	Всего часов	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практических занятиях	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	3	Расчёт электродинамических сил в электрических аппаратах	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
2	3	Расчёт нагрева и охлаждения в электрических аппаратах	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
3	3	Электрические контакты (износ, сваривание)	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
4	3	Электрическая дуга в магнитном поле	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
5	3	Расчёт тяговых и механических усилий привода	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
6	3	Определение временных характеристик электрических аппаратов	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	8	Перспективы применения компьютерных технологий при производстве электрических аппаратов.	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
2	7	Перспективы развития технологии электроаппаратостроения.	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
3	7	Современное технологическое оборудование, оснастка и материалы при производстве и монтаже печатных плат.	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
4	7	Анализ научных публикаций по современным электрическим аппаратам.	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.
5	7	Современные методы косвенного испытания электрических аппаратов с помощью математической модели объекта.	15.1.(1-5, 6-10) 15.2.,15.3.

## 10. Расчетно-графическая работа - не предусмотрена учебным планом

## 11. Курсовая работа - не предусмотрена учебным планом

## 12. Курсовой проект - не предусмотрен учебным планом

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

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Технология электроаппаратостроения» должны сформироваться общепрофессиональные компетенции ОПК-1, ОПК-2, для формирования которых необходимы базовые знания фундаментальных разделов дисциплин Б.1.1.5 «Математика», Б.1.1.7 «Физика».

Название и шифр компетенции	Шифр составных частей	Составные части	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; (ОПК-1)	А	Знает: современные методы исследования и моделирования с использованием вычислительной техники и соответствующих программных комплексов	Зачет	В соответствии с пунктами 5,9, 13.1.,13.2, 13.3, 15.2. 15.3. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;			
	В	Владеет: навыками поиска, обработки и анализа информации			

Название и шифр компетенции	Шифр составных частей	Составные части	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
- способностью применять соответствующий физико-	А	Знает: основные положения, законы и методы естественных наук и ма-		В соответствии с пунктами 5,9, 13.1.,13.2, 13.3,	

математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2)		тематики	Зачет	15.2. 15.3. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	<b>Б</b>	Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач			
	<b>В</b>	Владеет: способностью к самоорганизации и самообразованию			

### 13. Вопросы для зачета

1. Какие законы электромеханики лежат в основе работы электромагнитных аппаратов?
2. По каким признакам возможна классификация электрических аппаратов?
3. Какие принципы управления реализованы в следующих электрических аппаратах: в электромагнитном реле, тепловом реле и поляризованном реле, выполненном на основе магнитного усилителя?
4. Чем отличаются контактные электрические аппараты ручного управления от электрических аппаратов автоматического управления?
5. Чем отличаются контактные электрические аппараты от бесконтактных электрических аппаратов?
6. Из каких основных частей состоит устройство типовых электромагнитных аппаратов?
7. Чем отличается устройство реле от устройства контактора? (пояснить на примерах)
8. Какие условные обозначения основных электрических и электронных аппаратов вам известны? ? (пояснить на примерах)
9. Какие достоинства и недостатки имеют бесконтактные электрические аппараты?
10. Какие особенности работы имеют электрические аппараты, реализованные на основе магнитных усилителей?

- 11.Какая функциональная зависимость, характеризующая работу электромагнитов, носит название тяговой характеристики?
- 12.Что называется электродинамической стойкостью электрического аппарата?
- 13.Какие методы определения электродинамических усилий нашли наибольшее распространение? (пояснить на примерах)
- 14.Какие виды теплообмена учитываются при расчёте электрических аппаратов?
- 15.Какие режимы нагрева и охлаждения электрических аппаратов известны и как нагрев учитывается при выборе и эксплуатации аппаратов?
- 16.Чем характеризуется продолжительный тепловой режим электрических аппаратов?
- 17.Какие виды тепла учитывает уравнение энергетического баланса электрических аппаратов?
- 18.Чем отличается кратковременный тепловой режим от длительного теплового режима?
- 19.Чем характеризуется повторно-кратковременный режим работы электрических аппаратов?
- 20.Как учитывается тепловой режим при коротком замыкании на стадии проектирования электрических аппаратов?
- 21.Когда возникает электрическая дуга, и какие условия способствуют этому явлению?
- 22.Какие меры применяются для успешного гашения электрической дуги?
- 23.Что такое перенапряжение, когда оно возникает, и какие меры защиты применяются в этом случае?
- 24.Что собой представляет электромагнит?
- 25.Из каких основных интервалов времени состоит циклограмма работы электромагнита?
- 26.Чем отличается контроллер от командоконтроллера?
- 27.Что такое эрозия контактов, и какие меры защиты применяются в этом случае на стадии проектирования и изготовления электрических аппаратов?
- 28.Какие меры защиты применяются от залипания и дребезга контактов?



29. Какими положительными и отрицательными свойствами характеризуется электрическая дуга в зависимости от обстоятельств?
30. Чем и как защищают контакты электрических аппаратов при подгорании?
31. Каким образом обеспечивается контактное давление в пакетном выключателе, кнопочных выключателях и барабанном переключателе?
32. В чем основное преимущество контактов на серебряной основе перед медными контактами?
33. Зачем под винты клеммных соединений устанавливаются пружинные шайбы?
34. Чем вызвано применение различных диаметров винтов для клеммных соединений аппаратов разного номинального тока?
35. Чем отличается по устройству конструкции реле переменного тока от реле постоянного тока?
36. Почему показание амперметра в цепи обмотки реле переменного тока уменьшается при его срабатывании?
37. Почему активное сопротивление обмотки у реле постоянного тока на 220В больше, чем у реле переменного тока того же напряжения?
38. Из каких металлов изготавливается биметаллическая пластина теплового реле?
39. Какие достоинства и недостатки имеют автоматические выключатели перед плавкими предохранителями?
40. Как правильно подключить тепловые реле для защиты трехфазного асинхронного двигателя?
41. Почему нагреваются катушки электрических аппаратов?
42. Почему температура катушки неодинакова в разных ее слоях?
43. Как влияет форма и материал контактов на переходное сопротивление?
44. Влияет ли сила контактного нажатия на переходное сопротивление контактов?
45. Чему равно напряжение на контакте, если он разомкнут и включен последовательно с сопротивлением нагрузки 500 Ом к источнику постоянного напряжения 100В?

46. Почему магнитная проводимость воздушного зазора между полюсами зависит от его величины?
47. Как вычисляется магнитная проводимость воздушного зазора без учета выпучивания магнитного потока?
48. Каким прибором измеряется магнитный поток? (пояснить, как пользоваться прибором)
49. Как определить магнитодвижущую силу катушки электромагнита постоянного тока, если  $R=400$  Ом;  $W=10000$  витков;  $U=80$  В?
50. Как влияет рабочий воздушный зазор между полюсами на электромагнитную силу электромагнита?
51. Каково назначение полюсного наконечника электромагнита?
52. Какую функцию выполняет дугогасительное устройство у электрических аппаратов?
53. Чем отличается магнитный контактор от магнитного пускателя?
54. Где применяются магнитные пускатели?
55. Чем отличается реверсивный магнитный пускатель от нереверсивного магнитного пускателя?
56. Какие виды защит можно реализовать при помощи магнитного пускателя?
57. Почему сердечник электромагнитов переменного тока набирают из отдельных пластин, изолированных друг от друга?
58. Как отражается на работе контактора магнитного пускателя обрыв короткозамкнутого витка на сердечнике?
59. Какие материалы используются для плавких вставок предохранителей?
60. Нужно ли применять плавкие предохранители и тепловые реле, если в цепи двигателя имеется автоматический выключатель АП50-3МТ?
61. Как отразится на работе электромагнита переменного тока обрыв короткозамкнутого витка, расположенного на сердечнике?
62. Из какого количества р и n слоев и переходов состоит тиристор?
63. Какие существуют способы включения и выключения тиристорov и управления ими?
64. Как называются электроды тиристора?

65. Чем отличается симистор от тиристора?
66. Какие преимущества и недостатки имеют статические тиристорные переключатели постоянного и переменного токов по сравнению с электромеханическими контакторами и реле?
67. Как работает тиристорный статический переключатель постоянного тока?
68. Как работает тиристорный статический переключатель переменного тока?
69. Чем отличается искусственная коммутация от естественной коммутации тиристора при его выключении?
70. Какие типовые схемы ключей переменного тока на тиристорах используются в преобразователях?
71. Как устроено герконовое реле?
72. Как работает герконовое реле?
73. Какие преимущества и недостатки имеют герконовые реле по сравнению с электромагнитными контакторами и реле?
74. Чем будут отличаться герконовые реле постоянного и переменного токов?
75. Какие типовые схемы включения герконовых реле известны?
76. Какие основные параметры можно определить для герконовых реле?
77. Почему конструкция реле с внешним расположением герконов предпочтительнее, чем с внутренним расположением?
78. Какая конструкция герконового реле отражает свойства поляризованного электромагнитного реле?
79. Как работает поляризованное герконовое реле?
80. Чем отличается гезакон от обычного герконового реле?
81. Как проверить исправность работы герконового реле?
82. Как расшифровать условное обозначение герконового реле, выпускаемого в промышленности, РПГ- 10-3560 УЗ?
83. Какие критерии используются для выбора промышленных герконовых реле?
84. Как рассчитывается обмотка возбуждения герконового реле?
85. Чем отличается максимальная токовая защита от нулевой защиты?
86. Где применяется защита от перенапряжения?
87. Где применяется и с какой целью защита от обрыва поля?

88. С какой целью в релейных системах управления используются блокировки?  
(пояснить примерами)
89. Чем отличается максимальная токовая защита от тепловой защиты?
90. С какой целью во всех электрических схемах устанавливается максимальная токовая защита?
91. Какие особенности работы максимальной токовой защиты, реализованной на плавких предохранителях?
92. В чем заключаются преимущества максимальной токовой защиты, разработанной на основе автоматического выключателя, по сравнению с защитой – на плавких предохранителях?
93. С какой целью в системах управления электроприводами устанавливается нулевая защита?
94. Как при помощи релейно-контакторных электрических аппаратов реализуется максимальная токовая защита?
95. Как при помощи релейно-контакторных электрических аппаратов реализуется защита от перегрузок (тепловая защита)?
96. Как при помощи релейно-контакторных электрических аппаратов реализуется нулевая защита?
97. Как при помощи релейно-контакторных электрических аппаратов реализуются блокировки?

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

По курсу «Перспективные электрические аппараты» при выполнении лабораторных работ используется программное обеспечение: Electronics Workbench, CorelDraw, Photoshop, MathCad, Matlab.

#### **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **15.1 Список основной и дополнительной литературы по дисциплине**

###### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Касаткин, А. С. Электротехника [Электронный ресурс] : учеб. / А. С. Касаткин. - 12-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : ИЦ "Академия", 2008. - 1 эл. опт. диск (DVD-ROM). - Систем. требования: Pentium III 900 МГц ; Adobe Acrobat Reader ; DVD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - Гриф: рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. для студ. неэлектрических спец. вузов. - Электронный аналог печатного издания. - Электрон. изд. помещены на одном DVD-диске.

Режим доступа: [http://lib.sstu.ru/books/Ld\\_88.rar](http://lib.sstu.ru/books/Ld_88.rar)

2. Касаткин, А. С. Электротехника : учеб. / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. - 11-е изд., 12-е изд., стер. - М. : ИЦ "Академия", 2008. - 543 с. : ил. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование). - Гриф: рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для студ. неэлектротехн. спец. вузов. - ISBN 978-5-7695-4348-7  
Экземпляры всего: 96

3. Ермуратский, П. В. Электротехника и электроника [Текст] / Ермуратский П. В. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 416 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/7755>

4. Лихачев, В. Л. Электротехника [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Лихачев В. Л. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 608 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/8706>

5. Электрические и электронные аппараты/Под ред. Ю.К.Розанова.- М.:Энергоатомиздат, 1998.

6. Основы теории электрических аппаратов. /Под ред. И.С.Таева. М.: Высш. школа, 1987.

7. Родштейн Л.А. Электрические аппараты -Л.:Энергоиздат, 1981.

### Дополнительная литература

8. Журавлева, Л. В. Радиоэлектроника [Электронный ресурс] : учеб. / Л. В. Журавлева. - 4-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : ИЦ "Академия", 2009. - 1 эл. опт. диск (DVD-ROM). - Систем. требования: Pentium III 900 МГц ; Adobe Acrobat Reader ; DVD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - Гриф: допущено М-вом образования и науки Рос. Федерации в качестве учеб. для образоват. учреждений нач. проф. образования. - Электронный аналог печатного издания. -  
Режим доступа: [http://lib.sstu.ru/books/Ld\\_82.rar](http://lib.sstu.ru/books/Ld_82.rar)

9. Фриск, В. В. Основы теории цепей, основы схемотехники, радиоприемные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Фриск В. В. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 608 с. - ISBN 978-5-91359-008-4.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590084.html>

## 15.2. ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Учебные материалы по дисциплине «Электротехника, электроника и схемотехника» (лекции, презентации, пособия для изучения курса, методические указания по выполнению лабораторных работ, и др.), электронный учебно-методический комплекс «Основы электротехники» необходимо использовать студентам на сайте СГТУ в ИОС (информационно-образовательная среда).

1. <http://lib.sstu.ru/> - научная электронная библиотека СГТУ
2. <http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам РАН;
3. <http://lib.mexmat.ru> – электронная библиотека механико-математического факультета МГУ;
4. <http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека.

### **15.3. Источник ИОС СГТУ**

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/ETE/13.03.02-3/B.1.3.10.1-8/default.aspx>

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

Лекционные занятия проводятся в аудиториях со стандартным оснащением площадью не менее 40 кв.м.

Для проведения практических и лабораторных занятий используются лаборатории кафедры ЭТЭ: 1 – площадь 60 кв.м, 2 - площадь 60 кв.м, 3 – площадь 80 кв.м., каждая оборудована мультимедийными средствами: мультимедийный проектор, экран для демонстрации презентаций, интерактивная доска, компьютер с выходом в Интернет; программные средства для мультимедийных презентаций.

Для самостоятельной работы студентов используются лаборатория кафедры ЭТЭ, оснащенная шестью компьютерами, и аудитория с тремя компьютерами.

При проведении занятий преподаватель использует:

- раздаточный материал для практических занятий;
- учебный материал в электронном виде (методические указания по выполнению СРС, лабораторных и практических заданий, курсовых работ);
- презентации лекционного курса;
- наглядные пособия.

При выполнении СРС студенты могут пользоваться разработанными преподавателями кафедры методическими указаниями, размещенными в ИОС.