

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный технический университет»

Кафедра «Электротехника и электроника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б.1.3.7.1**

«Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи»

для направления подготовки **13.03.02 ЭЛЭТ**

«Электроэнергетика и электротехника»

Профиль 3 - «Электрические и электронные аппараты»

форма обучения – очная

курс - 3

семестр – 5

зачетных единиц – 2

часов в неделю – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 18 час.

коллоквиумы – нет

практические занятия – 18

лабораторные занятия - нет

самостоятельная работа – 36 час.

зачет - 5

Экзамен – нет

1. Цели и задачи дисциплины.

Цель преподавания дисциплины:

является формирование профессиональных знаний и практических навыков по применению аналоговых и цифровых измерительных приборов в ЭЭА, выбору методов измерения электрических величин и оценки погрешностей результатов измерений.

Задачи изучения дисциплины:

овладение теоретическими знаниями, экспериментальным инструментарием и практическими навыками по применению аналоговых и цифровых измерительных приборов в ЭЭА,

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи» (код Б.1.3.7.1) относится к профессиональным дисциплинам по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрические и электронные аппараты». Изучение данной дисциплины должно обеспечивать приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков расчета и экспериментального исследования аналоговых и цифровых измерительных приборов.

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.1.3.7.1 | Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи | 72 | Дифференциальное и интегральное исчисления; обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного; гармонический анализ; преобразование Лапласа. | Б.1.1.5 | Высшая математика |
| | | | Электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, электромагнитное поле. | Б.1.1.7 | Физика |
| | | | Методы расчета линейных электрических цепей постоянного и синусоидального тока, переходных процессов. | Б.1.1.10 | ТОЭ |
| | | | Физические принципы работы полупроводниковых и электронных приборов, основ интегральной микроэлектроники, электри- | Б.1.2.9 | Электроника |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|
| | | | ческих параметров и характеристик элементной базы современной электроники и устройств, использующих эту базу. | | |
|--|--|--|---|--|--|

3. Требования к результатам освоения дисциплины

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

Общепрофессиональные компетенции:

способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

Студент должен знать: методы поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, методы представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

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

Студент должен владеть: навыками поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

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

Студент должен знать: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Студент должен уметь: осуществлять анализ и моделирование, теоретические и экспериментальные исследования при решении профессиональных задач.

Студент должен владеть: соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3).

Студент должен знать: методы анализа и моделирования электрических цепей.

Студент должен уметь: осуществлять анализ и моделирование электрических цепей.

Студент должен владеть: методами анализа и моделирования электрических цепей.

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

| № модуля | № недели | № темы | Наименование темы | Часы/ Из них в интерактивной форме | | | | |
|----------|----------|--------|---|------------------------------------|-----------|----------|-------------|-----------|
| | | | | Всего | Лекции | Колок. | Пр. занятия | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1-3 | I | Измерение электрических величин электромеханическими приборами. | 14 | 4 | - | 2 | 4 |
| | 4-7 | II | Электронные аналого-цифровые преобразователи и приборы. | 16 | 6 | - | 4 | 10 |
| 2 | 8-10 | III | Приборы сравнения.. | 14 | 2 | - | 2 | 4 |
| | 11-14 | IV | Цифро-аналоговые преобразователи и измерительные приборы. | 28 | 6 | - | 10 | 18 |
| | | | ИТОГО: | 72 | 18 | - | 18 | 36 |

5. Содержание лекционного курса.

| № темы | Всего часов | № лекции | Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции. | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|----------|---|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | |
|------------|---|-----|---|---------------------------------|
| I | 4 | 1-2 | Классификация электромеханических приборов. Принцип действия, основы теории и применение измерительных механизмов. Магнитоэлектрические измерительные механизмы. Магнитоэлектрические логометры. Электромагнитные измерительные механизмы. Электродинамические измерительные механизмы. Электростатические измерительные механизмы. Индукционные измерительные механизмы. Принцип действия, основы теории и применение выпрямительных и термоэлектрических приборов. Измерительные преобразователи (шунты, добавочные сопротивления, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения и др.). Измерение активной и реактивной мощности и энергии в однофазных и трехфазных цепях. Сигналы измерительной информации (классификация). Математическое описание аналоговых и дискретных сигналов во временной и частотной областях. Взаимосвязь характеристик аналоговых и дискретизированных сигналов. Особенности цифровых сигналов. Математические модели аналоговых и дискретных систем и связь между ними: дифференциальные и разностные уравнения, передаточные функции, импульсные и частотные характеристики. | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| II | 6 | 3-5 | Назначение, метрологические и эксплуатационные характеристики, классификация электронных вольтметров. Электронные вольтметры постоянного тока. Электронные вольтметры переменного тока. Электронные приборы для измерения частоты, угла сдвига фаз, параметров электрических цепей (частотомеры, фазометры, омметры и т.д.). | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| III | 2 | 6 | Анализ мостовых схем. Мосты для измерения сопротивления на постоянном токе. Мосты переменного тока для измерения емкости и угла потерь конденсаторов, индуктивности и добротности катушек. Автоматические мосты (принцип действия, устройство, применение). | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| IV | 6 | 7-9 | Структурные схемы цифровых измерительных приборов, назначение основных элементов. Методы преобразования аналогового сигнала в цифровой код, обратное преобразование. Структурные схемы аналого-цифровых преобразователей. Оценка погрешности преобразования. Аналоговые и электронные счётчики электроэнергии. Особенности цифровых систем. Анализ погрешностей, вызванных заменой аналоговых моделей измерительных сигналов и систем цифровыми. Структурные схемы компьютерных информационно-измерительных систем (КИИС). Стандартные интерфейсы: назначение, особенности, области применения. Факторы, определяющие выбор структуры и интерфейса КИИС, технических характеристик и программного обеспечения компьютера для решения конкретных задач компьютерных измерений. Цифровые процессоры сигналов и их применение в КИИС. Возможности и сравнительная характеристика современных программ компьютерных измерений, ориентированных на использование персональных компьютеров (ПК). Погрешности компьютерных измерений: источники погрешностей; анализ погрешностей путем моделирования на ПК. | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |

**6. Содержание коллоквиумов -нет
7. Перечень практических занятий**

| № темы | Всего часов | № занятия | Тема практического занятия. | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|-----------|--|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| I | 4 | 1-3 | Счетчики электроэнергии (электронный, индукционный счётчики активной, реактивной энергии: устройство, поверка, защита от хищений электроэнергии). | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| II | 2 | 4-6 | Определение места и вида повреждения воздушных и кабельных линий (мостовой метод). | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| III | 4 | 7-9 | Измерения активной и реактивной мощности (методы измерений, области применения, расчет погрешностей). | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| IV | 4 | 10-12 | Статистические и спектральные характеристики аналоговых сигналов измерительной информации, часть 1. | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| | 2 | 13-15 | Статистические и спектральные характеристики аналоговых сигналов измерительной информации, часть 2. | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| | 2 | 15-18 | Дискретизация, квантование измерительных сигналов и последующим восстановлением | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |

8. Перечень лабораторных работ - нет

9. Задания для самостоятельной работы студентов

| № темы | Всего часов | Вопросы для самостоятельного изучения | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|---|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I | 12 | Особенности цифро-аналоговых преобразователей. Анализ погрешностей, вызванных заменой аналоговых моделей измерительных сигналов и систем цифровыми. | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| II | 4 | Устройство, принцип действия и основные характеристики электронных осциллографов. | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |

| | | | |
|-----|----|--|---------------------------------|
| III | 12 | Потенциометры (компенсаторы) для измерения ЭДС и напряжений. Принцип действия, устройство, применение. | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |
| IV | 8 | Способы борьбы с хищениями электроэнергии, система «Ябеда». Информационно – измерительные системы. Автоматические системы контроля и учёта электроэнергии (АСКУЭ). | 15.1.(1-3,4-10) 15.2., 15.3. |

10. Расчётно-графическая работа - нет

11. Курсовая работа – нет

12. Курсовой проект - нет

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

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные приборы» должны сформироваться общепрофессиональные компетенции ОПК 1,2, и 3 для формирования которых необходимы базовые знания фундаментальных разделов дисциплин Б.1.1.5 «Высшая математика», Б.1.1.7 «Физика», Б.1.1.10 «ТОЭ» и «Электроника», Б.1.2.9.

| 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 ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1); | А | Знает: методы хранения, поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, информационные, компьютерные и сетевые технологии. | Зачет | В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование. | зачтено / не зачтено |
| | Б | Умеет: пользоваться методами хранения, поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, информационными, компьютерными и сетевыми технологиями. | | | |
| | В | Владеет: методами хранения, поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, информационными, компьютерными и сетевыми технологиями. | | | |

| | | | | | |
|--|----------|---|--------------|---|-----------------------------|
| способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2); | А | Знает: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и проведения измерений, теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических измерительных приборов | Зачет | В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование. | зачтено / не зачтено |
| | Б | Умеет: пользоваться методами анализа и моделирования электрических цепей. | | | |
| | В | Владеет: навыками анализа и проведения измерений теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических измерительных приборов | | | |
| - способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3) | А | Знает: как использовать методы анализа и моделирования электрических цепей. | Зачет | В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование. | зачтено / не зачтено |
| | Б | Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и проведения измерений, теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических измерительных приборов. | | | |
| | В | Владеет: методами анализа и моделирования электрических цепей в профессиональных целях. | | | |

13.1. Вопросы для зачета

1. Основные понятия и определения аналоговых и цифровых измерительных приборов..
2. Классификация измерений, методов и средств измерений.
3. Измерительные преобразователи (добавочные сопротивления, шунты, делители напряжения).
4. Измерительные трансформаторы тока.
5. Измерительные трансформаторы напряжения.
6. Электромеханические приборы. Основные узлы, условные обозначения, сравнение характеристик.
7. Магнитоэлектрический механизм.
8. Электродинамический механизм.
9. Ферродинамический механизм.
10. Электромагнитный механизм.
11. Индукционный механизм.
12. Электростатический механизм.
13. Принцип действия логометров.
14. Выпрямительные приборы.
15. Электронный осциллограф.

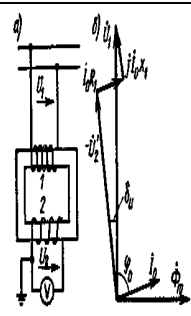
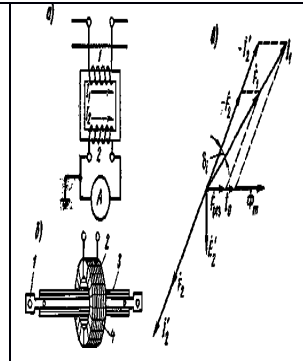
16. Цифровые измерительные приборы.
17. Системы счисления, коды. Методы преобразования значений непрерывных величин в коды.
18. Измерение активной мощности в трехфазных цепях.
19. Измерение реактивной мощности в трехфазных цепях.
20. Индукционный счетчик электроэнергии.
21. Электронный счетчик электроэнергии. Методы и условия поверки. Способы защиты от хищений.
22. Измерение параметров электрических цепей. Метод амперметра, вольтметра, ваттметра.
23. Мостовые методы измерения сопротивлений и угла потерь (одинарный мост).
24. Определение области применения одинарного моста. Применение двойного моста для измерения сопротивлений.
25. Определение места повреждения кабеля, воздушной линии мостовыми методами измерений.
26. Измерение разности фаз, частоты.
27. Выявление источника несинусоидальности в электрической сети.
28. Метрологическая надежность средств измерения.

13.2. Вопросы для экзамена - нет

13.3. Тестовые задания по курсу «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи»

Тестовые задания на кафедре ЭТЭ, а также находятся у преподавателя (пример тестового задания)

| № п/п | Вопрос | Варианты ответов |
|-------|---|---|
| 1 | Цифровые приборы – это приборы | а) с непрерывным отсчетом |
| | | б) с дискретным отсчетом |
| | | в) с графическим изображением |
| | | г) ваш вариант |
| | | д) показывающие изменение величины во времени |
| 2 | Какое из условных обозначений соответствует прибору магнитоэлектрической системы? | |
| 3 | Прибор какой системы | а) электромагнитной |

| | | |
|---|--|--|
| | можно использовать для измерения напряжения, тока и мощности в цепях постоянного и переменного тока? | б) индукционной |
| | | в) электродинамической |
| | | г) магнитоэлектрической |
| | | д) ферродинамической |
| 4 | При работе прибора какой системы используется принцип втягивания ферромагнитного сердечника в катушку с током? | а) электромагнитной |
| | | б) индукционной |
| | | в) магнитоэлектрической |
| | | г) электродинамической |
| | | д) выпрямительной |
| 5 | При измерении тока в высоковольтных цепях переменного тока применяются | а) амперметры магнитоэлектрической системы |
| | | б) магнитоэлектрические гальванометры |
| | | в) амперметры электростатической системы |
| | | г) амперметр соответствующей системы с трансформатором тока |
| | | д) амперметр выпрямительной системы с трансформатором напряжения |
| 6 | На какой из схем изображен измерительный трансформатор тока? | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>б)</p> </div> </div> |

14. Образовательные технологии

По курсу «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи» при выполнении лабораторных работ используется программное обеспечение: Tina Ti, САПР ЦВК, Multisim, MathCad, Matlab.

При проведении лекционных занятий по дисциплине преподаватель использует компьютерные и мультимедийные средства обучения (30%).

| Тема занятия | Вид занятия | Интерактивная форма |
|--|--------------|--------------------------------------|
| Ознакомление с составом и содержанием основных частей курса «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи» | лекция | мозговой штурм, демонстрация слайдов |
| Изучение состава и содержания курса «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи» | практическое | Case-study, мозговой штурм |
| Устройство, принцип действия и математические модели приборов в курсе «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи» | лекция | мозговой штурм, демонстрация слайдов |
| Изучение устройства, принципа действия и математических моделей приборов в курсе «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи» | практическое | Case-study, мозговой штурм, |
| Применение аналоговых и цифровых измерительных приборов в ЭЭА. | лекция | Case-study, демонстрация слайдов |
| Изучение применения аналоговых и цифровых измерительных приборов в ЭЭА. | практическое | Case-study, демонстрация слайдов |
| Автоматизация измерений в ЭЭА. Существующие компьютерные измерительные системы в ЭЭА. | лекция | Case-study, демонстрация слайдов |
| Применение существующих компьютерных измерительных систем в ЭЭА. | практическое | Case-study, демонстрация слайдов |

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

15.1. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Афонский А.А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения [Электронный ресурс]/ Афонский А.А., Дьяконов В.П.— Электрон. тек-

- стовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 541 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8696>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Вострокнутов Н.Н. Цифровые электроизмерительные приборы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вострокнутов Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2011.— 61 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44312>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Ратхор Т. С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. –М.: Техносфера, 2004
4. К. Б. Клаассен. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. – М.: Постмаркет, 2000.

Дополнительная литература

5. Калиниченко А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике [Электронный ресурс]/ Калиниченко А.В., Уваров Н.В., Дойников В.В.— Электрон. текстовые данные.— Вологда: Инфра-Инженерия, 2015.— 575 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5075>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Курзенков Г.Д. Аналоговые электроизмерительные приборы в ГА. Учебн.пособ. М.: МГТУ ГА. 1996 г.
7. Григоркин Б.О., Шойко В.П. Информационно-измерительная техника в электроэнергетике. Методические указания: / Новосиб. госуд. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998.

15.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Учебные материалы по дисциплине «Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи» (лекции, презентации, пособия для изучения курса, методические указания по выполнению практических работ и др.), 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
5. Библиотека РАН по естественным наукам <http://www.benran.ru>
6. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН <http://www.spsl.nsc.ru/>
8. Центральная научная библиотека Дальневосточного отделения РАН <http://lib.febras.ru>

9. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН
<http://www.uran.ru>
10. Библиотека Конгресса <http://www.loc.gov/index.html>
11. Британская национальная библиотека <http://www.bl.uk>
12. Французская национальная библиотека <http://www.bnf.fr>
13. Немецкая национальная библиотека <http://www.ddb.de>
14. Библиотечная сеть учреждений науки и образования RUSLANet <http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcls/resources>
15. Центральная городская универсальная библиотека им. В.Маяковского <http://www.pl.spb.ru>
16. Научная библиотека им. М.Горького Санкт-Петербургского Государственного университета (СПбГУ) <http://www.lib.pu.ru>
17. Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Политехнического университета (СПбГПУ)
<http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/>

15.3. Источник ИОС СГТУ

Профиль 1 – «Электроснабжение» -

https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/EPP/elet_b311/default.aspx

https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/EPP/elet_b3114/default.aspx

Профиль 2 «Электротехнические установки и системы»-

[https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_b311\(1\)/default.aspx](https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_b311(1)/default.aspx)

[https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_b311\(2\)/default.aspx](https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/AEU/elet_ets_b311(2)/default.aspx)

Профиль 3 «Электрические и электронные приборы»-

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/ETE/13.03.02-3/B.1.3.7.1-5/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

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

Для проведения практических 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 практических заданий);
- презентации лекционного курса;

- наглядные пособия.

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