

ПРОГРАММА
вступительного экзамена по образовательной программе высшего образования –
программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы
(группа научных специальностей 2.4. Энергетика и электротехника)

1. Организация вступительного испытания

Форма проведения вступительного испытания: устный ответ на вопросы экзаменационного билета. Билет вступительного испытания содержит 2 вопроса.

Язык проведения вступительных испытаний – русский.

2. Содержание вступительного экзамена.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
Раздел 1. Сведения о методах расчета переходных процессов		
1.	Тема 1. Общие сведения о методах расчета переходных процессов в линейных	Основные коммутационные процессы. Электрические разряды в воздухе. Электрическая дуга. Восстанавливающееся напряжение, восстанавливающаяся электрическая прочность.
2.	Тема 2. Физические процессы протекающие в межконтактном промежутке. Виды	Ударная ионизация, автоэлектронная ионизация, термическая ионизация. Нейтрализация, рекомбинация, диффузия. Строение электрической дуги. Длинная и короткая дуга. Вольтамперная характеристика дуги.
3.	Тема 3. Электрическая дуга постоянного тока	Время горения дуги. Критическая длина дуги. Графоаналитический метод определения горения дуги. Условия гашения дуги постоянного тока. Способы уменьшения перенапряжений
4.	Тема 4. Электрическая дуга переменного тока. Условия гашения электрической дуги	Особенности гашения дуги переменного тока. Условия гашения дуги переменного тока в нулевую фазу. Процесс восстановления напряжения в одночастотном и двухчастотном контуре. Способы регулирования коэффициента амплитуды и собственной частоты восстанавливающегося
5.	Тема 5. Способы гашения дуги	Простой и двукратный разрыв цепи. Щелевые дугогасительные камеры и магнитное дутье. Деионная решетка.
Раздел 2. Электромеханика и электрические аппараты		
6.	Тема 6. Электрические контакты	Переходное сопротивление контактов. Упругая и пластическая деформация. Температура контактной точки. Сваривание контактов
7.	Тема 7. Эрозия и износ электрических контактов. Материалы и конструкции	Мостиковая эрозия. Температура площадки касания. Зависимость сопротивления стягивания и падения напряжения. Образование жидко-металлического мостика.
8.	Тема 8. Потоки плазмы в электрической дуге. Массоперенос. Температурный режим	Распределение температуры по радиусу дуги. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Массоперенос в электрической дуге.
9.	Тема 9. Бездуговые и ограниченно дуговые	Тиристорные системы коммутации. Защита тиристорных коммутаций от перенапряжения
10.	Тема 10. Расчет параметров тиристорной системы	Выбор схемы коммутации. Расчет параметров.
Раздел 3. Теория электропривода и комплексные узлы электрооборудования для электроснабжения промышленных предприятий		

11.	Тема 11. Теория электропривода	<p>Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты).</p> <p>Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.</p> <p>Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p>Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.</p> <p>Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.</p> <p>Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с</p>
12.	Тема 12. Автоматическое управление электроприводом	<p>Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.</p> <p>Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.</p> <p>Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.</p> <p>Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.д.). Управление электроприводами с линейными двигателями.</p> <p>Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.</p> <p>Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.</p> <p>Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.</p> <p>Надежность и техническая диагностика электроприводов.</p>

13.	Тема 13. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования	<p>Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплексных узлов электрооборудования (по отраслям). Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.</p> <p>Контактные и бесконтактные узлы с электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей</p>
Раздел 4. Системы управления производственными установками, электроснабжения и электротехнические комплексы		
14.	Тема 14. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства	<p>Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени (по отраслям). Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.</p> <p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.</p> <p>Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформации и выбор числа трансформации. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.</p> <p>Расчет токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.</p> <p>Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям). Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.</p> <p>Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.</p> <p>Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.</p> <p>Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.</p> <p>Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.</p> <p>Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно-бытовых зданий.</p> <p>Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.</p> <p>Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектах сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения. Нормирование энергопотребления.</p>

15.	Тема 15. Системы программного управления производственными установками и технологическими комплексами.	<p>Область применения, функции и задачи числового программного управления (ЧПУ). Гибкие производственные системы. Технические характеристики современных устройств ЧПУ.</p> <p>Содержание, формы представления и методы подготовки управляющих программ. Языки программирования и теория кодирования. Ручная и автоматизированная подготовка управляющих программ. Элементы теории информации и информационная структура систем числового программного управления.</p> <p>Процессорные устройства ЧПУ. Функциональная схема устройства, назначение и взаимодействие блоков, состав устройства. Аппаратные и программные средства управления электроавтоматикой. Аппаратные средства систем воспроизведения движений. Программные средства процессорного следящего привода.</p> <p>Воспроизведение движений на базе автономного привода. Структура, микроинтерполяторы. Автономный шаговый привод. Динамика шагового привода и математическое моделирование.</p> <p>Формирование в устройствах ЧПУ. Алгоритм формирования задания для позиционирования в следящем режиме в заданную точку с заданной скоростью и ускорением. Алгоритм формообразования линейной и круговой интерполяции методом цифрового интегрирования и оценочной функции.</p> <p>Аппаратные устройства ПУ. Узлы вычисления. Устройства ввода и размещения цифровой информации. Линейная и круговая интерполяции -</p>
16.	Тема 16. Системы электроснабжения и электротехнические комплексы промышленных предприятий.	<p>Показатели качества электроэнергии на промышленных предприятиях. ГОСТ 54149-2010. Вероятностная оценка показателей.</p> <p>Источник активной и реактивной мощности на промышленных предприятиях. Синхронные компенсаторы и двигатели. Комплексные конденсаторные установки. Статические источники реактивной мощности. Режимы работы данных источников. Влияние ПКЭ на их режимы.</p> <p>Режимы систем электроснабжения с нелинейными нагрузками. Высшие гармоники напряжения и тока в промышленных электрических сетях. Фильтры высших гармоник в сети, питающей нелинейную нагрузку.</p> <p>Режимы систем электроснабжения с несимметричными нагрузками. Симметрирование напряжений в системах электроснабжения. Влияние схем соединения обмоток цеховых трансформаторов на показатели несимметрии.</p> <p>Режимы систем электроснабжения с резкопеременными нагрузками. Отклонения и колебания напряжения при резкопеременных нагрузках. Фликер. Отклонения частоты и их влияние на режим работы электроприемников. Компенсирующие устройства для уменьшения колебания напряжения. Быстродействующие статические компенсаторы.</p> <p>Вентильные преобразователи в системах электроснабжения. Высшие гармоники, генерируемые преобразователями. Способы и средства снижения высших гармоник от преобразователей. Улучшение коэффициента мощности.</p> <p>Надежность электроснабжения промышленных предприятий. Требования. Основные положения структурного анализа. Устойчивость узла нагрузки.</p> <p>Анализ и идентификация систем электроснабжения. Моделирование элементов СЭС и их режимов работы в статическом и динамическом режиме. Анализ процессов в реальном масштабе времени.</p> <p>Экономия электроэнергии. Тарифы и режимы электропотребления и контроль режима электропотребления. Диспетчерское управление режимами.</p> <p>Планирование эксперимента. Статистическая обработка результатов эксперимента. Методы теории вероятности и математической статистики. Регрессия. Корреляционные зависимости. Законы распределения. Гипотезы. Критерии проверки законов сходимости.</p>

3. Перечень вопросов к вступительному экзамену.

1. Основные законы коммутации электрических цепей.
2. Общие сведения о методах расчета переходных процессов в линейных и нелинейных цепях.
3. Включение и отключение электрических цепей постоянного тока.
4. Включение и отключение электрических цепей переменного тока.
5. Современные магнитомягкие материалы и их применение в электрических машинах и аппаратах.

6. Современные высокоэнергетические магнитотвердые материалы на основе интерметаллических соединений редкоземельных элементов с железом и кобальтом. Область применения.
7. Электрические разряды в воздухе.
8. Особенности конструкции современных электрических аппаратов различного типа.
9. Кривая Пашена.
10. Основы теории дугового разряда.
11. Основные параметры дуги.
12. Физические принципы, лежащие в основе дугогашения. Дугогасящие камеры
13. Процессы ионизации.
14. Процессы деионизации.
15. Способы повышения быстродействия электрических аппаратов и машин.
16. Электронные бесконтактные аппараты, схемотехнические решения и описание электромагнитных процессов.
17. Основные стадии газового разряда в межконтактном промежутке.
18. Несамостоятельные и самостоятельные стадии разряда.
19. Строение электрической дуги.
20. Вакуумные электрические аппараты и коммутационные способности.
21. Конструкция вакуумных электрических аппаратов. Способы повышения коммутационной способности и ресурса.
22. Особенности конструкции слаботочных реле и аппаратов.
23. Конструкция герконов и аппаратов на их основе.
24. Поляризованные реле и переключатели с применением современных постоянных магнитов.
25. Основные требования к электрическим аппаратам, применяемым в системах релейной защиты.
26. Электрическая дуга постоянного тока. Шунтирование электрической дуги активным сопротивлением.
27. Восстанавливающая прочность межконтактного промежутка.
28. Методы определения восстанавливающейся прочности.
29. Способы воздействия на электрическую дугу отключения.
30. Щелевые камеры и магнитное дутье.
31. Дугогасительные камеры с деионной решеткой.
32. Бездуговая коммутация электрических цепей постоянного тока.
33. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.
34. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода.
35. Методы анализа и синтеза замкнутых линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных СДУ.
36. Электромеханические свойства двигателей асинхронных, синхронных и шаговых двигателей.
37. Механические устройства.
38. Нагрузка двигателя.
39. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.
40. Переходные процессы в электроприводах.
41. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода.
42. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме
43. Типовые узлы следящих САУ непрерывного и дискретного действия.
44. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.
45. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.
46. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями.
47. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями.
48. Регулирование координат электропривода.
49. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты - асинхронный двигатель, преобразователь частоты - синхронный двигатель.
50. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных.

51. Преобразователи напряжения: генераторы, управляемые вентильные преобразователи, инверторы.
52. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления.
53. Алгоритмы адаптации в электроприводах.
54. Высшие гармоники напряжения и тока в СЭС.
55. Фильтры. Расчет и выбор.
56. Расчет токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов.
57. Качество электроэнергии.
58. Влияние качества электроэнергии на производительность механизмов и агрегатов.
59. Принцип расчета режимов работы электрических сетей и электрооборудования СЭС.
60. Сокращение числа трансформации и глубокий ввод в СЭС.
61. Компенсация реактивной мощности. Методы и средства.
62. Перегрузочная способность допустимые перегрузки электрооборудования СЭС.
63. АСКУЭ и энергоаудит на промышленных предприятиях.
64. Теория проверки элементов СЭС на термическую и динамическую стойкость.
65. Техничко-экономические расчеты в СЭС.
66. Теория интерполяции и аппроксимации.
67. Режимы работы СЭС с нелинейными и несимметричными нагрузками.
68. Источники реактивной мощности на промышленных предприятиях.
69. Релейная защита элементов СЭС.
70. Типы защит.
71. Типовые схемы и надежность СЭС.
72. Вероятностные характеристики элементов СЭС по безотказности.
73. Регулирование электроприводов с вентиляторной нагрузкой.
74. Энергетический баланс электротехнологического комплекса.
75. Влияние параметров качества электрической энергии на энергетическую эффективность.
76. Выпрямители, работа неуправляемых и управляемых выпрямителей.
77. SCADA системы в управлении электротехнологическими комплексами и системами.
78. Защита от перегрузок и аварийных режимов электротехнологических комплексов.
79. Вентильные преобразователи в системах электроснабжения.
80. Управление энергопотреблением при работе на оптовом рынке электрической энергии и мощности.
81. Планирование эксперимента, вероятно - статистические методы обработки результатов.
82. Организация учета электрической энергии (АИИСКУЭ). Организация энергетического обследования электротехнологических комплексов.

4. Шкала оценивания, минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, максимальное количество баллов.

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по **100-балльной шкале**. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **50 (пятьдесят) баллов**. Максимальное количество баллов составляет **100 (сто) баллов**.

Шкала оценивания на вступительном испытании по специальной дисциплине:

Оценка «100 – 76» – «5» баллов (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:

- глубокие знания основных понятий в области научной специальности, умение оперировать ими;
- высокую степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- отличное умение представить основные вопросы в научном контексте;
- отличное владение научным стилем речи.

Оценка «75 – 64» – «4» балла (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:

- хорошие знания основных положений в области научной специальности, умение оперировать ими, демонстрируются единичные неточности;
- достаточная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы, демонстрируются единичные неточности;

- единичные (негрубые) стилистические и речевые погрешности;
- умение защитить ответы на основные вопросы;
- хорошее владение научным стилем речи.

Оценка «63 – 50» – «3» балла (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:

- удовлетворительные знания основных понятий в области научной специальности, умение оперировать ими, неточности знаний;
- удовлетворительная степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- посредственные ответы на вопросы.

Оценка «менее 50» – «2» балла (по пятибалльной шкале) выставляется, если поступающий демонстрирует:

- грубые ошибки в знании основных положений в области научной специальности;
- отсутствие знаний основных положений в области научной специальности, умения оперировать ими;
- недостаточное владение научным стилем речи;
- не умение защитить ответы на основные вопросы.

5. Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Акимов Е. Г. Основы теории электрических аппаратов: учебник для вузов по направлению «Электроэнергетика и электротехника» / Е. Г. Акимов, Г.С. Белкин, А. Г. Годжелло, В. Г. Дегтярь, П. А. Курбатов, В. Е. Райнин, И. С. Таев, В. Н. Шоффа. – СПб.: Лань, 2015. – 589с.
2.	Электрические и электронные аппараты : учебник и практикум для вузов / П. А. Курбатов [и др.] ; под редакцией П. А. Курбатова. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 440 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00953-8. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/489519
3.	Синюкова, Т. В. Электрические аппараты : учебное пособие / Т. В. Синюкова. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. –49 с. – ISBN 978-5-88247-976-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/101458.html –Режим доступа: для авторизир. пользователей
4.	Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии : учебное пособие для вузов / В. В. Жуловян. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 425 с. – (Высшее образование).– ISBN 978-5-534-04292-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/492030
5.	Жуловян, В. В. Основы электромеханического преобразования энергии : учебник / В. В. Жуловян. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 427 с. – ISBN 978-5-7782-3587-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/91275.html – Режим доступа: для авторизир. пользователей
6.	Копылов, И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 828 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11700-4.– Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/488330
7.	Галишников, Ю. П. Трансформаторы и электрические машины : курс лекций / Ю. П. Галишников. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 216 с. – ISBN 978-5-9729-0602-4. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/114988.html . – Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.	Шевченко, А. Ф. Электрические машины с постоянными магнитами : учебное пособие / А. Ф. Шевченко, А. Г. Приступ. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 64 с. – ISBN 978-5-7782-2862-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/91588.html –Режим доступа: для авторизир. пользователей
9.	Мороз, Н. К. Электротехническое материаловедение : учебник / Н. К. Мороз. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 148 с. – ISBN 978-5-9729-0390-0. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/98357.html –Режим доступа: для авторизир. пользователей
10.	Немировский А.Е., Сергиевская И.Ю., Крепышева Л.Ю. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Москва: Инфра-Инженерия, 2020. – Режим доступа: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972904044.html
11.	Синюкова Т. В. Электроснабжение [Электронный ресурс]: Методические указания к курсовой работе для студентов по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 26 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22950.html
12.	Муконин, А. К. Основы теории электроприводов : учебное пособие / А. К. Муконин, А. В. Романов, В. А. Трубецкой. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 170 с. — ISBN 978-5-4497-1136-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/108321.html
13.	Медведев, В. А. Системы управления электроприводами промышленных роботов : учебное пособие / В. А. Медведев. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 193 с. — ISBN 978-5-4497-1205-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/108371.html
14.	Сеньков, А. Г. Электропривод и электроавтоматика : учебное пособие / А. Г. Сеньков, В. А. Дайнеко. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2020. — 180 с. — ISBN 978-985-7234-38-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/100379.html
15.	Синюкова, Т. В. Проектирование систем электроснабжения : учебное пособие / Т. В. Синюкова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 49 с. — ISBN 978-5-00175-025-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/106253.html

Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	ГОСТ Р 50030.4.1-2012 (МЭК 60947-4-1-2009). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контактторы и пускатели. Электромеханические контактторы и пускатели: национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства Российской Федерации по техническому регулированию и метрологии от 17 сентября 2012 г. N 312-ст : дата введения 2013-07-01. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200096285 – Текст : электронный
	Электронные аппараты : учебник и практикум для вузов / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9719-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/491922
2.	Исаев, Ю. Н. Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей : учебное пособие / Ю. Н. Исаев, А. М. Купцов. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. – 180 с. – ISBN 978-5-91359-123-4. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/90411.html – Режим доступа: для авторизир. пользователей

3.	Остертак, Д. И. Микроэлектромеханика : учебное пособие / Д. И. Остертак. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 121 с. – ISBN 978-5-7782-2901-3. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/91603.html – Режим доступа: для авторизир. пользователей
4.	Целебровский, Ю. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение : учебное пособие / Ю. В. Целебровский. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 64 с. – ISBN 978-5-7782-3981-4. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/98829.html – Режим доступа: для авторизир. пользователей
5.	Береснев, Г. А. Электротехнические материалы : конспект лекций / Г. А. Береснев, Д. Л. Долинов, И. Л. Синани. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2015. – 78 с. – ISBN 978-5-398-01477-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/110487.html – Режим доступа: для авторизир. пользователей
6.	Электроснабжение. Выбор и проверка токоведущих частей и коммутационных аппаратов [Электронный ресурс] : методические указания к практическим и курсовой работам / . – Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. – 63 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55183.html - ЭБС «IPRbooks»
7.	Иванов, Г. В. Проектирование системы электропривода производственного механизма : учебно-методическое пособие / Г. В. Иванов, А. В. Мезенцева. — Нижневартовск : Нижневартовский государственный университет, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-00047-518-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/92809.html

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

№	Название
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urait.ru
4.	Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/
5.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
6.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
7.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
8.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
9.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
10.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
11.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com/