

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Бурковский А.В.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Энергосбережение и энергоэффективность»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроприводы и системы управления электроприводов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 /к.т.н. доцент Тонн Д.А./

Заведующий кафедрой
Электропривода, автомати-
ки и управления в техниче-
ских системах

 /д.т.н. проф. Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

 /д.т.н. проф. Питолин В.М./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является формирование у магистрантов системных знаний в области энергосбережения электротехнических комплексов и систем с электроприводами, формирование навыков по применению типовых мероприятий, современных технологий и решений по повышению энергоэффективности современных электроприводов. Так же целью освоения дисциплины является формирование способностей осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, проводить научно-исследовательские и опыт-но-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение современной нормативной базы по энергосбережению и повышению энергоэффективности технических систем с электроприводами;
- изучение типовых мероприятий, методов, технических средств, базовых проектов, новых решений и технологий по энергосбережению в области электроприводов и по повышению ее энергоэффективности;
- изучение методик определения показателей энергоэффективности в электроприводах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Энергосбережение и энергоэффективность» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Энергосбережение и энергоэффективность» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

ПК-2 - Способен проводить научно-исследовательские и опыт-но-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать способы и методы формирования возможных варианты решения задач.
	уметь анализировать проблемную ситуацию и осуществлять её декомпозицию на отдельные задачи.

	владеть алгоритмом выработки стратегии решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).
УК-2	знать структуру и все этапы жизненного цикла проекта уметь организовать работу коллектива, занятого проектом на всех этапах жизненного цикла владеть навыками работы по всем этапам проектного процесса
ПК-2	знать - актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний, - методы анализа научных данных, - методы и средства планирования и организации исследований и разработок. уметь - осуществлять организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, - проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, - осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений. владеть - навыками применения актуальной нормативной документацию в соответствующей области знаний. - методами оформления результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Энергосбережение и энергоэффективность» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	135	135
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Законодательство, механизмы обеспечения и методы оценки энергоэффективности.	Топливо-энергетический комплекс Российской Федерации. Нормативно-правовая база и нормативно-техническая документация в области энергосбережения и энергоэффективности. Основные правовые акты об энергосбережения и энергоэффективности. Значение электропривода в энергосбережении на промышленных предприятиях. Энергетическое обследование (энергоаудит) и оценка эффективности электротехнических комплексов и систем с электроприводами. Методы технико-экономического обоснования эффективности использования электроприводов на промышленных объектах. Обоснование эффективности использования электрической энергии регулирующими электроприводами. Обоснование эффективности использования электроприводами топливо-энергетических ресурсов. Обоснование эффективности эксплуатационно-технических	8	-	65	73

		характеристик регулируемых электроприводов.				
2	Методы и технические средства обеспечения высоких энергетических характеристик электроприводов и их оценка.	Использование энергоэффективных электродвигателей в промышленных электроприводах. Использование энергоэффективных полупроводниковых преобразователей частоты. Использование энергоэффективных полупроводниковых элементов в коммутаторах преобразователей частоты. Использование высокочастотных транзисторов в автономных инверторах преобразователей частоты. Использование активных выпрямителей в преобразователях частоты электроприводов. Использование активных фильтров в системе электроснабжения электропривода. Использование энергосберегающих систем и алгоритмов управления электроприводом. Энергетические характеристики электроприводов с реостатным регулированием. Энергетические характеристики электроприводов с параметрическим регулированием. Энергетические характеристики электроприводов с частотным регулированием. Энергетические характеристики электроприводов с релейно-импульсным регулированием. Использование эффективных модуляционных алгоритмов управления преобразователем частоты. Алгоритм широтно-импульсной модуляции и методы повышения его эффективности. Алгоритм пространственно-векторной модуляции и методы повышения его эффективности.	10	18	70	98
Итого			18	18	135	171

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Компьютерное моделирование силовой части частотно-регулируемых электроприводов.
2. Компьютерное моделирование переходных процессов в статических компенсаторах для асинхронных электроприводов.

3. Компьютерное моделирование в среде MATLAB переходных процессов подключения ЭП и УПП промышленных предприятий.

4. Моделирование энергосберегающих технологий в ЖКХ на базе регулируемых электроприводов для ЦТП.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 1 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Разработка электропривода с функцией управляемой рекуперации энергии в сеть»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Изучение теоретических аспектов энергосбережения в современных условиях.
- Оценка энергоэффективности в России.
- Рассмотрение основные положения государственной политики в области энергосбережения и энергоэффективности.
- Описание методов энергосбережения, используемых на промышленных предприятиях.
- Разработка электропривода с функцией управляемой рекуперации энергии в сеть.
- Моделирование режимов работы разработанного электропривода.
- Построение механических характеристик электропривода в режиме рекуперации.

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать способы и методы формирования возможных варианты решения задач.	Активная работа на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать проблемную ситуацию и осуществлять её	Решение стандартных практических задач, выполнение и защита	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотрен-

	декомпозицию на отдельные задачи.	лабораторных работ	в рабочих программах	ный в рабочих программах
	владеть алгоритмом выработки стратегии решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-2	знать структуру и все этапы жизненного цикла проекта	Активная работа на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь организовать работу коллектива, занятого проектом на всех этапах жизненного цикла	Решение стандартных практических задач, выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками работы по всем этапам проектного процесса	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать - актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний, - методы анализа научных данных, - методы и средства планирования и организации исследований и разработок.	Активная работа на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь - осуществлять организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, - проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, - осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Решение стандартных практических задач, выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть - навыками применения актуальной нормативной документацию в соответствующей области знаний. - методами оформления результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	знать способы и методы формирования возможных варианты решения задач.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь анализировать проблемную ситуацию и осуществлять её декомпозицию на отдельные задачи.	Решение стандартных практически х задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения в всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть алгоритмом выработки стратегии решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения в всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-2	знать структуру и все этапы жизненного цикла проекта	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь организовать работу коллектива, занятого проектом на всех этапах жизненного цикла	Решение стандартных практически х задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения в всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками работы по всем этапам проектного процесса	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения в всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать - актуальную нормативную документацию в со-	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных

	ответствующей области знаний, - методы анализа научных данных, - методы и средства планирования и организации исследований и разработок.					ответов
	уметь - осуществлять организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, - проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, - осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Решение стандартных практически х задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения в всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть - навыками применения актуальной нормативной документации в соответствующей области знаний. - методами оформления результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения в всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое показатель энергоэффективности?

- энергетический ресурс, получаемый в виде побочного продукта основного производства или являющийся таким продуктом;
- абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами;
- носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть полезно использован в перспективе.

2. Что входит в понятие энергосбережение?

- реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии;
- результат интеллектуальной деятельности, содержащий систематизированные знания, используемые для выпуска соответствующей продукции, применения соответствующего процесса или оказания соответствующих услуг, совокупность научно-технических знаний, технических реше-

ний, процессов, материалов и оборудования, которые могут быть использованы при разработке, производстве или эксплуатации продукции;

в. топливно-энергетический комплекс страны, охватывает получение, передачу, преобразование и использование различных видов энергии и энергетических ресурсов.

3. Что такое энергетический ресурс?

а. энергетический ресурс, получаемый в виде побочного продукта основного производства или являющийся таким продуктом;

б. абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами;

в. носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть полезно использован в перспективе.

4. Что входит в понятие эффективное использование энергетических ресурсов?

а. достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении требований к охране окружающей природной среды;

б. расход энергетических ресурсов, обусловленный несоблюдением требований, установленных государственными стандартами, а также нарушением требований, установленных иными нормативными актами, технологическими регламентами и паспортными данными для действующего оборудования;

в. абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами.

5. На каких принципах основана энергосберегающая политика государства?

а. приоритет эффективного использования энергетических ресурсов; осуществление государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов; обязательность учета юридическими лицами производимых или расходуемых ими энергетических ресурсов, а также учета физическими лицами получаемых ими энергетических ресурсов;

б. включение в государственные стандарты на оборудование, материалы и конструкции, транспортные средства показателей их энергоэффективности; сертификация топливо-, энергопотребляющего, энергосберегающего и диагностического оборудования, материалов, конструкций, транспортных средств, а также энергетических ресурсов; сочетание интересов потребителей, поставщиков и производителей энергетических ресурсов; заинтересованность юридических лиц - производителей и поставщиков энергетических ресурсов в эффективном использовании энергетических ресурсов;

в. Верно (а) и (б)

6. Энергобаланс – это ...

а. Совокупность энергетических установок и вспомогательных

устройств с целью обеспечения бесперебойного снабжения предприятия различными видами энергии и энергоносителей;

б. баланс добычи, переработки, транспортировки, преобразования, распределения и потребления всех видов энергоресурсов и энергии в производстве;

в. отношение полезно-используемой энергии ко всей энергии выделяемой в системе.

7. На чем основан принцип комплексности использования ресурсов?

а. требует максимального использования всех компонентов сырья и потенциала энергоресурсов;

б. каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент динамичной системы – всего промышленного производства в регионе (ТПК) и на более высоком уровне как элемент эколого-экономической системы в целом, включающей кроме материального производства и другой хозяйственно-экономической деятельности человека, природную среду;

в. требует разумного использования всех компонентов сырья, максимального уменьшения энерго-, материало- и трудоемкости производства и поиска новых экологически обоснованных сырьевых и энергетических технологий.

8. К возобновляемым энергетическим ресурсам относят?

а. нефть, газ, уголь;

б. энергию: солнца; мирового океана в виде энергии приливов и отливов, энергии волн; рек; ветра; морских течений; морских водорослей; вырабатываемую из биомассы; водостоков; твердых бытовых отходов; геотермальных источников;

в. Верно (1) и (2).

9. Основной функцией региональной энергетической комиссии является?

а. государственное регулирование тарифов на электрическую и тепловую энергию;

б. повышения оперативности управления энергопотреблением;

в. повышения точности и оперативности сбора данных для внедрения на предприятии энергетического менеджмента.

10. Какой Федеральный закон определяет основные понятия в области энергетической эффективности России?

а. Федеральный закон 295-ФЗ Об энергетической политике и повышении энергосбережения в регионах Российской Федерации;

б. Федеральный закон 248-ФЗ Об энергетической эффективности и региональная энергетической политике Российской Федерации;

в. Федеральный закон 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Можно ли усилитель напряжения отнести к средствам измерения?

- а. можно при наличии паспорта;
- б. можно, если он избирательный;
- в. нельзя;
- г. можно, если он имеет нормированные метрологические характеристики.

2. Работа двигателя постоянного тока с добавочным сопротивлением в цепи якоря является не экономичным в связи с...

- а. большими эксплуатационными затратами на обслуживание добавочных сопротивлений;
- б. необходимостью в высоко квалифицированном обслуживающем персонале;
- в. высокой стоимостью добавочных сопротивлений;
- г. значительными потерями энергии в дополнительном сопротивлении.

3 Для проверки выбранного электродвигателя по нагреву на практике используют методы эквивалентных величин, в которые не входит...

- а. метод эквивалентного напряжения
- б. метод эквивалентного тока
- в. метод эквивалентного момента
- г. метод эквивалентной мощности

4 При переменной продолжительной нагрузке электропривода нагрузка на валу электродвигателя может периодически меняться, при этом периодически изменяются...

- а. частота тока питающей сети;
- б. амплитуда напряжения питающей сети;
- в. коэффициент активной мощности электродвигателя;
- г. потери мощности в электродвигателе;
- д. действующее значение напряжения питающей сети.

5 Перемежающийся режим (S6) это:

а. режим работы электродвигателя с постоянной нагрузкой, при котором температура всех ее частей достигает установившегося значения.

б. режим работы электродвигателя с постоянной нагрузкой и длительностью рабочего периода 10, 30, 60 и 90 минут, при котором длительности периода нагрузки недостаточно для нагрева всех частей двигателя до максимального значения, а длительности остановки достаточно для охлаждения всех частей двигателя до температуры окружающей среды.

в. режим работы электродвигателя с постоянной нагрузкой и продолжительностью включения 15; 25; 40 и 60 %, при котором кратковременные периоды работы (рабочие периоды) чередуются с периодами отключения машины (паузами), причем как в рабочие периоды, так в паузы, температуры частей электрической машины не достигают установившихся значений.

г. режим с продолжительностью нагрузки 15, 25, 40 и 60 %, при котором рабочие периоды чередуются с периодами холостого хода (паузами), причем как в рабочие периоды, так и в паузы, температуры частей электрической машины не достигают установившихся значений.

6 Какой режим работы асинхронного электропривода наиболее выгоден с точки зрения экономии электроэнергии?

- а. динамический;
- б. статический;
- в. рекуперативный;
- г. торможения противовключением;
- д. все ответы правильны.

7 Если при работе электропривода момент и мощность рабочей машины не изменяются, то двигатель выбирают с номинальной мощностью, равной мощности нагрузки рабочей машины, делённой на...

- а. КПД электродвигателя;
- б. КПД передачи;
- в. КПД источника электрической энергии;
- г. коэффициент активной мощности.

8. Укажите вид электрической нагрузки, имеющий наибольшую долю в общем электропотреблении в России и мире:

- а. электронагревательная;
- б. осветительная;
- в. электродвигательная;
- г. связь.

9. Что из нижеприведённого не соответствует понятию «энергетический ресурс»?

- а. носитель, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- б. физическая величина;
- в. вид энергии;
- г. вид топлива.

10. Что обозначается термином «класс энергетической эффективности»?

- а. характеристика продукции, отражающая её энергетическую эффективность;
- б. характеристика продукции, отражающая её коэффициент мощности;
- в. характеристика продукции, отражающая долю затрат на энергетические ресурсы в её себестоимости;
- г. показатель надёжности.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В любом режиме работы электротехнического комплекса с регулируемым электроприводом, транзисторы автономного инвертора могут находиться в трех состояниях:

- а. в полностью закрытом состоянии (режим отсечки);
- б. в полностью открытом состоянии (режим насыщения);
- в. в практически закрытом состоянии (режим ожидания);
- г. в активном состоянии (режим коммутации).

2. Для повышения эффективности работы преобразователей частоты и электропривода в целом, можно выделить следующие способы (укажите все варианты правильного ответа):

- а. использование полупроводниковых ключей с низким сопротивлением в открытом состоянии для повышения коэффициента полезного действия;
- б. использование высокочастотных полупроводниковых ключей для снижения несинусоидальности напряжения и тока;
- в. использование активного выпрямителя для обеспечения коэффициента мощности электропривода;
- г. использование низкочастотных полупроводниковых ключей;
- д. использование пассивных фильтров;
- е. использование активных фильтров.

3. Продолжительный режим (S1) это:

- а. режим работы электродвигателя с постоянной нагрузкой, при котором температура всех ее частей достигает установившегося значения;
- б. режим работы электродвигателя с постоянной нагрузкой и длительностью рабочего периода 10, 30, 60 и 90 минут, при котором длительности периода нагрузки недостаточно для нагрева всех частей двигателя до максимального значения, а длительности остановки достаточно для охлаждения всех частей двигателя до температуры окружающей среды;
- в. режим работы электродвигателя с постоянной нагрузкой и продолжительностью включения 15; 25; 40 и 60 %, при котором кратковременные периоды работы (рабочие периоды) чередуются с периодами отключения машины (паузами), причем как в рабочие периоды, так в паузы, температуры частей электрической машины не достигают установившихся значений;
- г. режим с продолжительностью нагрузки 15, 25, 40 и 60 %, при котором рабочие периоды чередуются с периодами холостого хода (паузами), причем как в рабочие периоды, так и в паузы, температуры частей электрической машины не достигают установившихся значений.

4. Какие виды электростанций на возобновляемых источниках энергии вы знаете? Укажите все виды:

- а. гидроэлектростанции (ГЭС);
- б. атомные электростанции (АЭС);
- в. тепловые электростанции и теплоэлектроцентрали (ТЭС, ТЭЦ);
- г. ветровые электростанции;
- д. гелиевые станции;

- е. приливные электростанции;
- ж. громовые электростанции.

5. Во сколько раз энергосберегающие лампы могут снизить энергопотребление в коммунально-бытовой сети?

- а. в 1,5 раза;
- б. в 2 раза;
- в. в 5 раз.

6. Средняя стоимость производства одного кубометра воды равна стоимости...

- а. добычи 1 кг угля;
- б. выработки 1 литра бензина;
- в. добычи 1 кг золота.

7. Полупроводниковые диоды выпрямителя, входящего в состав преобразователя частоты, могут находиться в трех состояниях:

- а. в проводящем состоянии (прямое включение диода);
- б. в режиме ожидания;
- в. в запертом состоянии (обратное включение диода);
- г. в переходном состоянии (режим коммутации).

8. Сколько в среднем процентов от мирового потребления всей вырабатываемой электроэнергии приходится на насосное оборудование:

- а. до 10;
- б. 20-25;
- в. 60 и более.

9. Что такое удельный расход электроэнергии?

- а. затраты электроэнергии на заданном участке предприятия;
- б. затраты электроэнергии за прошедший календарный год;
- в. фактически полученное значение затрат электроэнергии на единицу продукции или технологическую операцию.

10. Может ли требованием энергетической эффективности устанавливаться запрет или ограничение размещения заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг?

- а. нет, не может;
- б. да, но запрет устанавливается Минэнерго в исключительных случаях;
- в. да, если результатом выполнения заказа может явиться непроизводительный расход энергетических ресурсов.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Топливо-энергетический комплекс Российской Федерации.
2. Нормативно-правовая база в области энергосбережения и энергоэффективности.
3. Нормативно-техническая документация в области энергосбережения и энергоэффективности.
4. Основные правовые акты об энергосбережения и энергоэффек-

тивности.

5. Значение электропривода в энергосбережении на промышленных предприятиях.
6. Энергетическое обследование (энергоаудит).
7. Оценка эффективности электротехнических комплексов и систем с электроприводами.
8. Методы технико-экономического обоснования эффективности использования электроприводов на промышленных объектах.
9. Обоснование эффективности использования электрической энергии регулирующими электроприводами.
10. Использование энергоэффективных электродвигателей в промышленных электроприводах.
11. Использование энергоэффективных полупроводниковых преобразователей частоты.
12. Использование энергоэффективных полупроводниковых элементов в коммутаторах преобразователей частоты.
13. Использование высокочастотных транзисторов в автономных инверторах преобразователей частоты.
14. Использование активных выпрямителей в преобразователях частоты электроприводов.
15. Использование активных фильтров в системе электроснабжения электропривода.
16. Использование энергосберегающих систем и алгоритмов управления электроприводом.
17. Энергетические характеристики электроприводов с реостатным регулированием.
18. Энергетические характеристики электроприводов с параметрическим регулированием.
19. Энергетические характеристики электроприводов с частотным регулированием.
20. Энергетические характеристики электроприводов с релейно-импульсным регулированием.
21. Использование эффективных модуляционных алгоритмов управления преобразователем частоты.
22. Алгоритм широтно-импульсной модуляции и методы повышения его эффективности.
23. Алгоритм пространственно-векторной модуляции и методы повышения его эффективности электроприводами.
24. Обоснование эффективности использования электроприводами топливно-энергетических ресурсов.
25. Обоснование эффективности эксплуатационно-технических характеристик регулируемых электроприводов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса. Каждый ответ на вопрос оценивается от 0 до 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Законодательство, механизмы обеспечения и методы оценки энергоэффективности.	УК-1, УК-2, ПК-2	Тест, требования к курсовому проекту.
2	Методы и технические средства обеспечения высоких энергетических характеристик электроприводов и их оценка.	УК-1, УК-2, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Баранов, А. В. Энергосбережение и энергоэффективность: учебное пособие / А. В. Баранов, Зарандия Ж. А.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-8265-1706-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/85987.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Луппов, В.П. Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике : учебное пособие / В. П. Луппов, Т. В. Мятёж, Ю. М. Сидоркин [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 107 с. — ISBN 978-5-7782-3634-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91501.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Абакумов, А. М. Энергосбережение в нерегулируемом электроприводе : учебное пособие / А. М. Абакумов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 79 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105097.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник. - М. : Академия, 2006. - 272 с. - ISBN 5-7695-2306-9 : 183-60.
5. Максимчук, О. В. Управление энергоэффективностью : учебник / О. В. Максимчук, Т. А. Першина. — Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. — 94 с. — ISBN 978-5-98276-673-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/73619.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Крысанов, В. Н. Электропривод в современных технологиях [Текст]: лабораторный практикум / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2019. - 92 с. : ил. - Библиогр.: с. 90-92 (24 назв.). - ISBN 978-5-7731-0741-5.
7. Симаков, Г. М. Энергоэффективное управление электроприводом переменного тока : монография / Г. М. Симаков, Ю. П. Филюшов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 243 с. — ISBN 978-5-7782-2835-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91597.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
8. Поляков, В. Н. Энергоэффективные режимы двигателей пере-

менного тока в системах частотного управления : учебное пособие / В. Н. Поляков, Р. Т. Шрейнер ; под редакцией Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2017. — 256 с. — ISBN 978-5-321-02525-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106555.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9. Мещеряков, В. Н. Энергосберегающие системы электропривода переменного тока с частотным управлением для механизмов с вентиляторным статическим моментом : учебное пособие / В. Н. Мещеряков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 50 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/17682.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

10. Мещеряков, В. Н. Энергосбережение в электроэнергетике и электроприводе : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Энергосберегающие технологии» для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / В. Н. Мещеряков, Л. Н. Языкова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 28 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74425.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Томашевский, Н. И. Электромеханические свойства и энергетические характеристики электроприводов : учебное пособие / Н. И. Томашевский, Д. Н. Томашевский, С. Е. Миронов ; под редакцией В. Э. Фризен. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-7996-2498-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106551.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

12. Мещеряков, В. Н. Электрический привод. Ч.4. Энергетика электропривода : учебное пособие / В. Н. Мещеряков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 50 с. — ISBN 978-5-88247-969-4 (ч.4), 978-5-88247-668-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99157.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

13. Симаков, Г. М. Системы расчета автоматизированного электропривода : учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. В. Панкрац, Д. А. Котин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 147 с. — ISBN 978-5-7782-3866-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99358.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

Лицензионное программное обеспечение

1. Windows Professional 8.1 Single Upgrade MVL A Each Academic;
2. «MATLAB Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License;
3. Simulink Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License;
4. MathWorks SMS - Software Maintenance Service (per year)

Свободно распространяемое и бесплатное программное обеспечение

1. Adobe Acrobat Reader
2. FreeMat
3. OpenOffice
4. STDU Viewer
5. Google Chrome
6. Paint.NET

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Образовательный портал ВГТУ: <https://old.education.cchgeu.ru/>
2. Электронная библиотека ВГТУ: <https://bibl.cchgeu.ru/catalog/>
3. Электронно-библиотечная система IPR SMART: <https://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
5. Научная электронная библиотека: www.elibrary.ru
6. Информационно-справочная система ВГТУ: <https://wiki.cchgeu.ru/>
7. Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>
8. ГОСТ Эксперт – единая база ГОСТов РФ <https://gostexpert.ru/>
9. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <https://docs.cntd.ru/>
10. НЭБ – Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

11. КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/>
12. Сайт Marketelectro Рынок электротехники- отраслевой портал: Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления <https://marketelectro.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины требует наличия учебной аудитории для проведения лекционных занятий.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран.

Переносное техническое оборудование:

- переносной компьютер.

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория.

Оборудование аудитории:

комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональные компьютеры в сборе;
- лабораторные стенды.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Энергосбережение и энергоэффективность» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответствен- ной за реализацию ОПОП
1	Актуализированы разделы 8.1, 8.2 пункта 8, а именно «Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины», «Лицензионное программное обеспечение», «Свободно-распространяемое и бесплатное программное обеспечение», «Современные профессиональные базы данных». Актуализирован пункт 9 «Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса»	31.08.2025	