



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Handwritten signature of N. V. Lobov

Н. В. Лобов
«18» 09 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы бакалавриата:

Электроснабжение

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

Форма обучения:

очная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч

Виды контроля:

Экзамен: —
Диф. зачёт: 7 семестр

Курсовой проект: —
Курсовая работа: —

Учебно-методический комплекс дисциплины «Энергоснабжение» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;

- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённой «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённого «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Математика, Физика, Химия, Экология, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Общая энергетика, Электрические машины, Теоретическая механика, Силовая электроника, Математические методы в электротехнике и электроэнергетике, Теория автоматического управления, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Техника высоких напряжений, Численные методы, Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях, Теория оптимизации, Методы идентификации, Электрический привод, Моделирование в электротехнике и электроэнергетике, Электроэнергетическое оборудование, Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроэнергетические системы и сети, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Электроснабжение, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Производственное оборудование и его эксплуатация, Автоматизация проектирования, Электрические станции и подстанции 2, Информационное обеспечение систем управления, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии, Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике, Средства автоматизации и управления.

Разработчики

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Н. Лыков
(инициалы, фамилия)

(ученая степень, звание)

(подпись)

Д.Ю. Лейзгольд
(инициалы, фамилия)

Рецензент

д-р техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

В.П. Казанцев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «06» сентября 2017 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «14» 09 2017 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по анализу и выбору способов выработки, передачи и потребления энергетических ресурсов в промышленных и бытовых системах водо-, тепло-, холодо- и воздухообеспечения.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет части следующих компетенций:

- Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- изучение видов и особенностей применения основных энергоносителей;
- изучение котельного оборудования и способов повышения его эффективности;
- изучение нагнетательного оборудования и способов регулирования его производительности оборудования;
- формирование умения анализировать схемы тепло-, водо-, холодо-, воздухообеспечения и выявлять их основные достоинства и недостатки;
- формирование навыков использования современной научно-технической информации при выборе схемы ресурсоснабжения;
- формирование навыков выбора оборудования, а именно котельных агрегатов, нагнетательных машин.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- устройство, принцип действия и применение котельных агрегатов (энергетических, водогрейных, котлов-утилизаторов);
- методы определения оптимальной загрузки котельных агрегатов;
- процессы преобразования энергии в системах тепло-, водо-, холодо-, воздухообеспечения;
- устройство, принцип действия ходильных установок и тепловых насосов;
- основные виды нагнетательных аппаратов и способы регулирования их производительности.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Энергоснабжение» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) и является дисциплиной по выбору студентов при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиля «Электроснабжение».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

- **знать:**
 - устройство и принцип действия оборудования систем энергоснабжения;
 - основные критерии сравнения схмотехнических решений в области энергоснабжения;
 - методы расчета характеристик оборудования систем энергоснабжения;
 - критерии оптимальности работы энергетических агрегатов;
 - используемые схмотехнические решения и перспективные разработки в области энергоснабжения;
 - основные теоретические положения и формулы для описания процессов энергообмена;
 - нормативно-техническую документацию в области энергоснабжения;

• **уметь:**

- анализировать информацию о перспективных разработках в области энергоснабжения на предмет возможного увеличения эффективности и сопутствующих недостатков;
- рассчитывать характеристики оборудования систем энергоснабжения;
- оценивать эффективность использования оборудования;
- оптимизировать работу энергетических установок;
- производить выбор оборудования в соответствии с требуемыми характеристиками;

• **владеть:**

- навыками выбора подходящего оборудования и определения оптимальных нагрузочных параметров;
- навыками расчета характеристик энергетического оборудования;
- навыками использования основных теоретических положений и формул при описании процессов энергообмена;
- навыками выбора энергетического оборудования.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Математика, Физика, Химия, Экология, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Общая энергетика, Электрические машины, Теоретическая механика, Силовая электроника, Математические методы в электротехнике и электроэнергетике, Теория автоматического управления, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Техника высоких напряжений, Численные методы, Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях	–
Профессиональные компетенции			
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроснабжение, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии	Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Информационное обеспечение систем управления

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-2, ПК-3.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

Код	Формулировка компетенции
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-2.Б1.ДВ.05.1	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа, теоретического и экспериментального исследования при решении задач в области энергоснабжения

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент знает: – устройство и принцип действия оборудования систем энергоснабжения; – основные критерии сравнения эффективности схмотехнических решений в области энергоснабжения; – методы расчета характеристик оборудования систем энергоснабжения; – критерии оптимальности работы энергетических агрегатов;	Лекции. СРС.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.
Умеет: – анализировать информацию о перспективных разработках в области энергоснабжения на предмет возможного увеличения эффективности и сопутствующих недостатков; – рассчитывать характеристики оборудования систем энергоснабжения; – оценивать эффективность использования оборудования; – оптимизировать работу энергетических установок;	Лабораторные работы. СРС.	Практические задания для рубежного контроля. Отчёты по лабораторным работам. Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ.
Владет: – навыками выбора подходящего оборудования и определения оптимальных нагрузочных параметров; – навыками расчета характеристик энергетического оборудования.	Лабораторные работы. СРС.	Практические задания для рубежного контроля. Отчёты по лабораторным работам. Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код	Формулировка компетенции
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-39-Б1.ДВ.05.1	Способность принимать участие в проектировании систем энергоснабжения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: – используемые схмотехнические решения и перспективные разработки в области энергоснабжения; – основные теоретические положения и формулы для описания процессов энергообмена; – нормативно-техническую документацию в области энергоснабжения;	Лекции. СРС.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.
Умеет: – производить выбор оборудования в соответствии с требуемыми характеристиками;	Практические занятия. Лабораторные работы. СРС.	Практические задания для рубежного контроля. Отчёты по лабораторным работам. Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ.
Владет: – навыками использования основных теоретических положений и формул при описании процессов энергообмена; – навыками выбора энергетического оборудования.	Практические занятия. Лабораторные работы. СРС.	Практические задания для рубежного контроля. Отчёты по лабораторным работам. Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 7	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	72	72
	Лекции (Л)	14	14
	Практические занятия (ПЗ)	36	36
	Лабораторные работы (ЛР)	18	18

2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	Изучение теоретического материала (ИТМ)	24	24
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных занятий (ИЗЛР)	20	20
	Подготовка отчетов по лабораторным работам (ПОЛР)	28	28
	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: диф. зачет	–	–
4	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	144 4	144 4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Но- мер раз- дела дис- ци- пли- ны	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч / 3Е
			аудиторная работа				КСР	ито- го- вый кон тро ль	самостоя тельная работа	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	1	1						1
		1	10,5	1,5	1	8			13	23,5
		2	2	1	1					2
		3	2	1	1				2	4
		4	1,5	0,5	1				3	4,5
	2	5	12,5	2,5	2	8			9	21,5
		6	2,5	0,5	2				2	4,5
							2			2
	Итого по моду- лю:		32	8	8	16	2		29	63/ 1,75
2	3	7	8,5	2	2,5	4			10	18,5
		8	8	1	3	4			10	18
	4	9	2	1	1				2	4
		10	12	1	3	8			10	22
	5	11	0,5	0,5					3	3,5
		12	5	0,5	0,5	4			8	13
							2			2
	Итого по моду- лю:		36	6	10	20	2		43	81/ 2,25
	Всего:		68	14	18	36	4		72	144 / 4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Энергетика.

Л – 8 часов, ПЗ – 8 часов, ЛР – 16 часов, СРС – 29 часов, КСР – 2 часа.

Введение.

Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Предмет и задачи курса, краткое историческое развитие энергетической отрасли. Энергетические ресурсы мира и России. Проблемы энергообеспеченности. Основные пути энергосбережения.

Раздел 1. Теплоэлектропроизводящие установки.

Тема 1. Паросиловые установки.

Принцип действия. Описание цикла Ренкина для теплоэлектропроизводящей установки. Основные параметры. Классификация паросиловых установок. Электрификационный цикл. Теплофикационный цикл. Способы повышения эффективности выработки.

Тема 2. Газотурбинные установки.

Функциональная схема газотурбинной установки. Принцип действия. Определение КПД. Способы повышения эффективности.

Тема 3. Поршневые двигатели внутреннего сгорания.

Описание и принцип действия двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Цикл Отто. Цикл Дизеля. Цикл Тринклера. Определение КПД и параметров, влияющих на него.

Тема 4. Парогазовые установки.

Функциональная схема парогазовой установки. Принцип действия. Аналитическое сопоставление с принципом действия газотурбинной установки. Определение КПД.

Раздел 2. Котельные установки.

Тема 5. Назначение и классификация котлоагрегатов.

Общие сведения о котельных агрегатах. Структурная и функциональная схема котельной установки. Классификация. Основные виды котельных агрегатов. Энергетические котельные установки. Водогрейные установки. Котлы-утилизаторы.

Тема 6. Способы сжигания топлива.

Слоевой способ сжигания. Факельный способ сжигания. Вихревой способ сжигания. Сжигание в кипящем слое. Сравнительный анализ основных способов сжигания топлива. Уравнение химической реакции окисления топлива. Горелочные устройства для сжигания различных видов топлива.

Модуль 2. Системы энергоресурсоснабжения.

Л – 6 часов, ПЗ – 10 часа, ЛР – 20 часа, СРС – 43 часа, КСР – 2 часа.

Раздел 3. Система теплоснабжения.

Тема 7. Теплоснабжение.

Отопление, горячее водоснабжение, вентиляция: классификация систем. Схемы отопления: открытые, закрытые. Схемы отопления: открытые, закрытые. Схемы горячего водоснабжения: параллельная, двухступенчатые последовательные и смешанные, предвключения

Тема 8. Теплообменные аппараты.

Общие сведения о теплообменниках. Виды и классификация теплообменных аппаратов. Теплоносители. Конструкция теплообменников.

Раздел 4. Компрессионные установки.

Тема 9. Холодильные установки, тепловые насосы.

Принцип действия и классификация холодильных установок. Парокомпрессорные холодильные установки и тепловые насосы. Сравнительный анализ холодильных агентов. Схемы современных кондиционеров.

Тема 10. Нагнетательные машины

Классификация, рабочие характеристики, применение. Основы теории. Регулирование производительности. Центробежные насосы, вентиляторы, компрессоры. Поршневые насосы, компрессоры.

Раздел 5. Системы учета энергоресурсов

Тема 11. Система учета электрической энергии

Состав измерительного комплекса учета электрической энергии. Электросчетчики. Двухставочные, одноставочные, многотарифные системы оплаты за электроэнергию. Границы балансовой ответственности.

Тема 12. Системы учета тепловой энергии и воды.

Состав измерительного комплекса учета тепловой энергии. Расходомеры. Теплосчетчики. Способы численного определения расхода. Физические параметры, влияющие на погрешность измерительных приборов.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1	Расчет эффективности цикла Ренкина для ТЭС расчетным и графическим способом.
2	3	Определение КПД двигателя внутреннего сгорания по циклу Отто и циклу Дизеля.
3	2, 4	Сравнение затрат энергоресурсов для газотурбинных и парагазовых установок.
4	5	Расчет мощности потерь энергии через обмуровку котла.
5	6	Определение суточных затрат топлива котельной на основании температурного графика прямой/обратной трубы.
6	7	Расчет годовых потерь тепловой энергии через наружные стены многоквартирного кирпичного дома.
7	7, 12	Расчет затрат тепловой энергии на систему ГВС по графику суточного водоразбора.
8	7	Построение пьезометрического графика системы теплоснабжения по горизонтальной дорожке.
9	8	Расчет площади поверхности теплообмена для заданных параметров теплоносителей и требуемой мощности.
10	8	Расчет снижения занимаемого теплообменным аппаратом объема при замене кожухотрубного теплообменного аппарата на пластинчатый.
11	8	Расчет количества секций чугунных радиаторов отопления с учетом неравномерности теплового потока каждой из них.
12	9	Расчет холодопроизводительности для кондиционера.
13	10	Определение среднесуточного расхода холодной воды по нормативным значениям.
14	10	Выбор центробежного вентилятора и двигателя для него.
15	10	Определение повышения температуры рабочего тела при работе поршневого компрессора.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	1	Оптимизация энергозатрат при работе энергетических котельных агрегатов по критерию минимального энергопотребления
2	1	Оптимизация энергозатрат при работе энергетических котельных агрегатов по критерию минимальных экономических издержек

3	5	Изучение основных технологических контуров котельной установки
4	7	Расчет технологических потерь тепловой энергии в распределительной сети
5	8	Определение возможности перехода на независимую систему отопления индивидуального теплового пункта
6	12	Определение нагрузок системы теплоснабжения и ГВС с помощью измерительного комплекса учета тепловой энергии индивидуального теплового пункта
7	10	Выбор оптимального насосного оборудования при регулировании производительности дросселированием
8	10	Выбор оптимального насосного оборудования при регулировании производительности изменением скорости вращения привода

Темы индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ

1) ИЗЛР-1. Определение оптимальной загрузки котельных агрегатов по критерию минимума потерь. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

2) ИЗЛР-2. Определение оптимальной загрузки котельных агрегатов по критерию экономических потерь. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

3) ИЗЛР-3. Определение фактической нагрузки на системы отопления здания расчетно-аналитическим путем. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

4) ИЗЛР-4. Определение фактической нагрузки на систему горячего водоснабжения расчетно-аналитическим путем. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

5) ИЗЛР-5. Определение требуемой производительности дутьевого вентилятора котельной по расходу топлива. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

6) ИЗЛР-6. Определение расхода топлива котельной установки по требуемой теплопроизводительности. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

7) ИЗЛР-7. Графическое определение рабочей зоны характеристики насоса. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

8) ИЗЛР-8. Построение регулировочных характеристик насосного оборудования. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

4.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

4.6. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.7. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.

5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	6
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	4
3	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
4	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
5	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	4
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	3
6	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
7	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	4
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	3
8	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	4
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	4
9	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
10	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	6
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	4
11	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
12	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	4
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	2
Итого: в ч / в 3Е		72 / 2

5.2 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. Виды теплофикационных циклов: характеристика и анализ эффективности.

Тема 3. Описание и принцип действия двигателя внутреннего сгорания, работающего по циклу Тринклера.

Тема 4. Аналитическое сопоставление с принципом действия газотурбинной установки. Определение КПД.

Тема 5. Котлы-утилизаторы. Принцип действия. Область применения.

Тема 6. Способы сжигания газообразного топлива.

Тема 7. Классификация вентиляционных систем. Системы горячего водоснабжения: двухступенчатая последовательная и смешанная схема включения.

Тема 8. Регенеративные и смешивающие теплообменные аппараты.

Тема 9. Современные кондиционеры и сплит-системы.

Тема 11. Состав измерительного комплекса учета электрической энергии. Трансформаторное и прямое включение электросчетчика. Классы точности электросчетчиков.

Тема 12. Принцип действия основных видов расходомеров.

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области проектирования электромеханических систем, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения заданных частей компетенций проводится по результатам выполнения различных индивидуальных заданий по видам самостоятельной работы по дисциплине. Средствами контроля являются индивидуальные задания на выполнение запланированных видов самостоятельной работы и формы представления результатов выполненной работы.

Объектами рубежного контроля являются компоненты заявленных дисциплинарных частей компетенций. Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в течении и по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- Контрольные работы (модуль 1, 2);
- Защита отчётов и индивидуальных заданий по лабораторным работам (модуль 1, 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт

Диф. зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы.

6.3.2 Экзамен

Не предусмотрен

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	ТК	КР	ЛР	Диф. зачет
1	2	4	6	7
В результате освоения дисциплины студент				
Знает:				
– устройство и принцип действия оборудования систем энергоснабжения;	+	+		
– основные критерии сравнения эффективности схемотехнических решений в области энергоснабжения;	+	+		
– методы расчета характеристик оборудования систем энергоснабжения;	+	+		
– критерии оптимальности работы энергетических агрегатов;	+	+		
– используемые схемотехнические решения и перспективные разработки в области энергоснабжения;	+	+		
– основные теоретические положения и формулы для описания процессов энергообмена;	+	+		
– нормативно-техническую документацию в области энергоснабжения;	+	+		
Умеет:				
– анализировать информацию о перспективных разработках в области энергоснабжения на предмет возможного увеличения эффективности и сопутствующих недостатков;		+	+	+
– рассчитывать характеристики оборудования систем энергоснабжения;		+	+	+
– оценивать эффективность использования оборудования;		+	+	+
– оптимизировать работу энергетических установок;		+	+	+
– производить выбор оборудования в соответствии с требуемыми характеристиками;		+	+	+
Владеет:				
– навыками выбора подходящего оборудования и определения оптимальных нагрузочных параметров;		+	+	+
– навыками расчета характеристик энергетического оборудования;		+	+	+
– навыками использования основных теоретических положений и формул при описании процессов энергообмена;		+	+	+
– навыками выбора энергетического оборудования.		+	+	+

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме устного опроса (контроль знаний по теме);

КР – контрольная работа по модулю (оценка знаний, умений, владений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений и владений).

[illegible]

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.05.1 Энергоснабжение (полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)						
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> ☐ </td> <td style="width: 50%; text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> ☐ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"> обязательная по выбору студента </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"> базовая часть цикла вариативная часть цикла </td> </tr> </table>	☐	☐	обязательная по выбору студента	базовая часть цикла вариативная часть цикла		
☐	☐						
обязательная по выбору студента	базовая часть цикла вариативная часть цикла						
13.03.02 (код направления / специальности)	Электроэнергетика и электротехника профиль: «Электроснабжение» (полное название направления подготовки / специальности)						
ЭЭ / ЭС (аббревиатура направления / специальности)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center; vertical-align: middle;"> Уровень подготовки </td> <td style="width: 30%; text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> ☐ ☒ ☐ </td> <td style="width: 40%; padding: 5px;"> специалист бакалавр магистр </td> <td style="width: 30%; text-align: center; vertical-align: middle;"> Форма обучения </td> <td style="width: 30%; text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> ☒ ☒ ☐ </td> <td style="width: 40%; padding: 5px;"> очная заочная очно-заочная </td> </tr> </table>	Уровень подготовки	☐ ☒ ☐	специалист бакалавр магистр	Форма обучения	☒ ☒ ☐	очная заочная очно-заочная
Уровень подготовки	☐ ☒ ☐	специалист бакалавр магистр	Форма обучения	☒ ☒ ☐	очная заочная очно-заочная		
2016 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(ы) <u>7</u>						
	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>25</u>						

1. Лыков Анатолий Николаевич, профессор, ЭТФ
кафедра МСА, телефон: 239-18-22
2. Лейзгольд Дмитрий Юрьевич, ассистент, ЭТФ
кафедра МСА, телефон: 239-18-22
e-mail: dmleyz@mail.ru

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Быстрицкий Г.Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий .– 3-е изд., стер .– Москва : Академия, 2006 .– 304 с.; 2008	28
2	Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов / Е. Я. Соколов .– 7-е изд., стер .– Москва : Изд-во МЭИ, 2006 .– 472 с.	5
3	Липов Ю.М. Котельные установки и парогенераторы : Учеб. для вузов / Ю.М.Липов, Ю.М.Третьяков .– 2-е изд., испр .– М.; Ижевск : РХД, 2005 .– 591 с.	38
4	Карелин В.Я. Насосы и насосные станции : учебник для вузов / В. Я. Карелин, А. В. Минаев .– 3-е изд., перераб. и доп .– Москва : БАСТЕТ, 2010 .– 446 с.	18
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Лыков А.Н. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А. Н. Лыков ; Пермский государственный технический университет .– Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008 .– 422 с.	80 + ЭБ
2	Друзьякин И.Г. Технические измерения и приборы : учебное пособие / И. Г. Друзьякин, А. Н. Лыков ; Пермский государственный технический университет .– Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008 .– 411 с.	60 + ЭБ
2.2 Периодические издания		
	не используются	
2.3 Нормативно-технические издания		
	не используются	
2.4 Официальные издания		
	не используются	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ].–Электрон. дан. (1 912 записей).–Пермь, 2014- .–Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ .–Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств. и техн. наукам] / Изд-во «Лань».–Санкт-Петербург : Лань, 2010- .–Режим доступа: http://e.lanbook.com/ .–Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

(дата контроля литературы)

основная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория энергосберегающих и энергооптимизирующих технологий	Кафедра МСА	106	34	12

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Лабораторный комплекс «Индивидуальный тепловой пункт»	1	оперативное управление	106

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		