

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 10 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Энергоснабжение
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Цифровизация электротехнических комплексов предприятий
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: освоение дисциплинарных компетенций в области проектирования энергетических установок, служащих для преобразования, передачи и потребления энергетических ресурсов в промышленных и бытовых системах водоснабжения и теплоснабжения.

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 технологические схемы тепло-, водо-, холодо-, воздухообеспечения и выявлять их основные достоинства и недостатки;
- формирование навыков использования современной научно-технической информации при выборе схемы ресурсоснабжения;
- изучение методов повышения эффективности энергетических установок с применением цифровых технологий.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Основное и вспомогательное оборудование котельных агрегатов (энергетических, водогрейных, котлов-утилизаторов);

Основное и вспомогательное оборудование водоподготовительных установок;

Технологические схемы систем теплоснабжения и водоснабжения;

Холодильные машины, нагнетатели, теплообменники;

Схемы автоматизации технологических процессов энергетических установок.

1.3. Входные требования

Изучение дисциплин "Электроснабжение" и "Электроэнергетическое оборудование"

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.17	ИД-1ПК-2.17	Знает: основные критерии сравнения эффективности схмотехнических решений в области энергоснабжения; наиболее используемые схмотехнические решения и перспективные разработки в области энергоснабжения	Знает: порядок и критерии выбора объемов телеинформации при проектировании систем технологического управления электрическими сетями; методы, тенденции энергосбережения и энергоэффективности; порядок разработки проектов АСУТП и ее подсистем, технических заданий, технических и рабочих проектов	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.17	ИД-2ПК-2.17	Умеет: анализировать информацию о перспективных разработках в области энергоснабжения на предмет возможного увеличения эффективности и сопутствующих недостатков; проводить первичное визуальное обследование котельного, нагнетательного и холодильного оборудования на предмет определения номинальных параметров.	Умеет: читать рабочие чертежи, электрические схемы; принимать технические решения по составу проектных работ; разрабатывать алгоритмы и программы выполнения тестирования оборудования АСУТП	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.17	ИД-3ПК-2.17	Владеет: навыками выбора подходящего оборудования энергетических установок и определения оптимальных нагрузочных параметров; навыком использования основных теоретических положений и формул при описании технологических процессов; навыками разработки схемы автоматизации и выбора оборудования АСУТП энергетических установок.	Владеет навыками подготовки технических условий проектов модернизации и реконструкции средств АСУТП в рамках своей зоны ответственности; проверки коммуникаций с внешними смежными подсистемами АСУТП; выдачи экспертных замечаний о ходе строительства электросетевых объектов	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение	1	0	0	0
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				
Теплоэлектропроизводящие установки	4	8	0	16
Паросиловые установки, газотурбинные установки, поршневые двигатели внутреннего сгорания, парогазовые установки, котельные установки, назначение и классификация котлоагрегатов, способы сжигания топлива				
Водоподготовительные установки	3	4	0	12
Нормы питательной воды, предварительная очистка воды, осветление воды обессоливание воды.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теплопотребление	4	8	0	16
Отопление, горячее водоснабжение, вентиляция: классификация систем. Технологические схемы отопления и горячего водоснабжения. Холодильные установки, тепловые насосы.				
Нагнетательные машины	2	4	0	12
Классификация, рабочие характеристики, применение. Основы теории. Регулирование производительности. Центробежные насосы, вентиляторы, компрессоры. Поршневые насосы, компрессоры.				
Теплообменные аппараты	2	3	0	7
Классификация теплообменников. Кожухотрубчатые и пластинчатые теплообменники.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	27	0	63
ИТОГО по дисциплине	16	27	0	63

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Оптимизация энергозатрат при работе энергетических котельных агрегатов по критерию минимального энергопотребления
2	Оптимизация энергозатрат при работе энергетических котельных агрегатов по критерию минимальных экономических издержек
3	Определение возможности перехода на независимую систему отопления индивидуального теплового пункта
4	Изучение основных технологических контуров котельной установки
5	Выбор оптимального насосного оборудования при регулировании производительности дросселированием
6	Выбор оптимального насосного оборудования при регулировании производительности изменением скорости вращения привода

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся 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 обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. 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. 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.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Булгаков К. В. Энергоснабжение промышленных предприятий. 2-е изд., перераб. и доп. Москва Ленинград : Энергия, 1966. 318 с. 20 усл. печ. л.	1
2	Теплотехника : учебник для втузов / Архаров А. М., Исаев С. И., Кожин И. А., Козлов Н. П. Москва : Машиностроение, 1986. 426 с.	24
3	Теплотехника : учебник для вузов / Александров А. А., Архаров А. М., Афанасьев В. Н., Бондаренко В. Л. 5-е изд. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 876 с. 71,5 усл. печ. л.	4
4	Юренев В. Н. Промышленные электростанции. Москва : Госэнергоиздат, 1963. 464 с.	1
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Соскин Э. А., Киреева Э. А. Автоматизация управления промышленным энергоснабжением. Москва : Энергоатомиздат, 1990. 384 с.	8
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Правила эксплуатации электрических станций и сетей	https://www.consultant.ru/law/podborki/pravila_jekspluatacii_jelektricheskikh_stancij_i_setej/	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Ноутбук, проектор с экраном, маркерная доска	1
Лекция	Ноутбук, проектор с экраном, маркерная доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Энергоснабжение»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Цифровизация электротехнических комплексов предприятий
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 3 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
Усвоенные знания						
З.1 знать основные критерии сравнения эффективности схмотехнических решений в области энергоснабжения		ТО1				ТВ
З.2 знать наиболее используемые схмотехнические решения и перспективные разработки в области энергоснабжения	С1	ТО2				ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь анализировать информацию о перспективных разработках в области энергоснабжения на предмет возможного увеличения эффективности и сопутствующих недостатков			ОЛР1 ОЛР2			
У.2 уметь проводить первичное визуальное обследование котельного, нагнетательного и холодильного оборудования на предмет определения номинальных параметров			ОЛР3			
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками выбора подходящего оборудования энергетических установок и определения оптимальных нагрузочных параметров			ОЛР4			
В.2 владеть навыком использования основных теоретических положений и формул при описании технологических процессов			ОЛР5			

В.3 владеть навыками разработки схемы автоматизации и выбора оборудования АСУТП энергетических установок			ОЛР6			
---	--	--	------	--	--	--

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Классификация электрических станций. Принципиальная схема конденсационной электростанции.
2. Источники энергии и топлив. Технические характеристики топлив.
3. Типы и краткая характеристика котельных агрегатов.
4. Деаэрация воды. Назначение и принципиальная схема деаэратора.
5. Виды и классификация теплообменных аппаратов.
6. Классификация и краткая характеристика систем теплоснабжения.
7. Нагнетательные машины. Устройство и принцип действия Н- Q характеристики.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Построить характеристики потерь энергетических котельных агрегатов.
2. Построить характеристики оптимального прироста расхода топлива котельной установки по сезонам.
3. Разработать предложения по более эффективной загрузке котельного оборудования.
4. Определить потери через поверхность теплообменного аппарата и средний коэффициент теплопередачи.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить план по повышению эффективности работы топливного тракта котельной установки.
2. Провести анализ эффективности применения зависимой и независимой системы отопления индивидуального теплового пункта.
3. Выбрать оптимальное насосное оборудование при регулировании производительности дросселированием и изменением скорости вращения привода.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых

компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.