

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

« 30 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Общая энергетика
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области получения и распределения энергии, необходимых для проектирования, модернизации, исследования и эксплуатации основного и вспомогательного оборудования объектов энергетики различного типа, а также для использования в своей деятельности новых путей и способов получения и экономии энергии.

Задачи учебной дисциплины:

- Изучение основных положений теории и практики выбора, проектирования, анализа, моделирования и эксплуатации энергетических установок, электростанций и энергетических комплексов на базе как традиционных, так и нетрадиционных и возобновляемых источников и преобразователей энергии.
- Формирование умения выбирать и анализировать использование энергетического оборудования, применяемого в современных технологических процессах получения и преобразования энергии, включая нетрадиционные; применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; выбирать основные типовые схемные решения систем энергоустановок для различных комплексов производства, передачи и использования энергии; обосновывать принятие конкретного технического решения и оформлять его в виде научно-технических отчетов и докладов.
- Формирование навыков анализа, проектирования и расчета элементов инженерного энергетического оборудования для энергетических систем, а также проведения исследований электротехнических установок по профилю обучения с составлением и презентацией результатов работы в виде научно-технических отчетов и докладов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- общие вопросы энергетики. Энергетические ресурсы Земли и их использование. Топливо-энергетический комплекс России;
- не возобновляемые и возобновляемые источники энергии. Основные положения технической термодинамики, теории теплообмена и гидравлики;
- устройство, процессы и оборудование электростанций и энергоустановок различных типов;
- дополнительные и специфические энергетические ресурсы. Основные понятия и перспективы их использования.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-1ОПК-3	<p>ЗНАЕТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы и законы функционирования объектов энергетического оборудования; - физические принципы работы компонентов оборудования для энергетики; - основы построения геометрических образов и моделей объектов; - основы теории электрических, тепловых, термодинамических и гидравлических процессов; - теоретические основы построения, методы расчетов параметров и режимов оборудования; - физические основы принципа действия электроэнергетических и теплоэнергетических устройств. 	Знает основы математики, физики, химии	Дифференцированный зачет
ОПК-3	ИД-2ОПК-3	<p>УМЕЕТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретически описывать методы физико-математического анализа и моделирования различных объектов; – применять средства компьютерной графики с использованием государственных стандартов при исследовании различных объектов. - производить расчеты электромагнитных, гидравлических, тепловых и термодинамических процессов; – решать базовые практические задачи по расчету характеристик и режимов работы различных объектов; – применять методы 	Умеет применять аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального исчисления, теории функций комплексных переменных, законы физики и химии для решения профессиональных задач	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		математического моделирования различных объектов; - применять методы планирования при производстве, монтаже, наладке, ремонту и профилактике оборудования различного назначения.		
ОПК-3	ИД-3ОПК-3	ВЛАДЕЕТ: -навыками математического описания электромагнитных, гидравлических и тепловых процессов; - навыками чтения и составления принципиальных и технологических схем; -навыками расчета элементов, навыками анализа и синтеза различных структур; –навыками математического и физического описания работы объектов и их элементов; -навыками моделирования и анализа различных объектов, формирования программ теоретического и экспериментального исследования этих объектов; -навыками составления и презентации научно-технических отчетных документов.	Владеет навыками анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	ЗНАЕТ: -виды и эффективность источников энергии; -основы построения структуры компонентов оборудования для энергетики; -основную терминологию и классификацию объектов	Знает теоретические основы электротехники, основы энергетики принципы работы и характеристики энергетических установок и электрических машин различных типов	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>энергетического оборудования;</p> <p>- процессы, протекающие в энергетическом оборудовании электростанций и систем энергоснабжения;</p> <p>- параметры энергетического оборудования и режимы его работы;</p> <p>-назначение и принцип действия конкретных видов электроэнергетических и теплоэнергетических устройств в объектах для производства, передачи и распределения энергии.</p>		
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	<p>УМЕЕТ:</p> <p>–описывать и исследовать объекты энергетики;</p> <p>– отображать элементы, изделия, схемы и системы оборудования теплоэнергетических и электроэнергетических объектов;</p> <p>- выполнять расчеты в устройствах энергетики;</p> <p>– решать практические задачи по расчету энергетических характеристик и режимов работы конкретных элементов, установок и объектов электроэнергетики;</p> <p>– анализировать объекты электроэнергетики и электротехники;</p> <p>-планировать и обеспечивать работы по обеспечению работоспособности объектов электроэнергетики и электротехники.</p>	<p>Умеет применять метод анализа, моделирования энергетических установок, электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы трансформаторов, электрических машин</p>	Защита лабораторной работы
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	<p>ВЛАДЕЕТ:</p> <p>-навыками описания различных процессов в</p>	<p>Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов</p>	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>элементах и устройствах энергетики;</p> <p>- навыками чтения и составления схем оборудования установок и систем электроэнергетики.</p> <p>-навыками расчета, анализа и синтеза энергетических объектов с использованием их геометрических образов и схем;</p> <p>—навыками описания работы энергетических объектов и их элементов, решения базовых практических задач по расчету их характеристик;</p> <p>-навыками анализа объектов энергетики, экспериментального исследования этих объектов;</p> <p>-навыками составления отчетных документов.</p>	<p>энергетики, режимов работы электрических машин разных типов</p>	

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:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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	
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение. Общие вопросы энергетики. Источники энергии. Основы гидравлики, термодинамики, теплообмена	8	2	6	32
<p>Тема 1. Введение. Общие вопросы энергетики. Источники энергии</p> <p>Введение. Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения энергетики. Предмет и задачи дисциплины. Энергетические ресурсы Земли и их использование. Топливо-энергетический комплекс и Единая энергетическая система России. Электрические и тепловые станции и сети, не возобновляемые и возобновляемые источники энергии (общий обзор).</p> <p>Тема 2. Основы термодинамики</p> <p>Основные понятия и определения (термодинамическая система, параметры состояния, термодинамические процессы: параметры и величины). Законы термодинамики. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Основные термодинамические процессы иде-альных и реальных газов. Вода и водяной пар. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовые состояния воды. Круговой термодинамический процесс, термический КПД цикла. Холодильный коэффициент. Основные циклы работы тепловых машин энергетических установок, их описание и исследование.</p> <p>Тема 3. Основы теории теплообмена, тепловых расчетов и исследований</p> <p>Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплообмен теплопроводностью. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность через плоскую, цилиндрическую и многослойную стенки. Электротепловая аналогия и основы тепловых расчетов на ее основе. Понятие о тепловых схемах замещения тепловых систем. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент конвективной теплоотдачи. Математическое описание конвективного теплообмена. Теория подобия. Основные критерии подобия и их физический смысл. Теплоотдача при естественной и вынужденной конвекции. Лучистый теплообмен и его основные законы. Сложный теплообмен в энергетических установках, проблемы его исследования.</p> <p>Тема 4. Основы гидравлики и гидравлических расчетов</p> <p>Основные понятия, определения и законы гидростатики и гидродинамики. Режимы течения</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
жидкости. Уравнение Бернулли и его практическое применение. Гидравлические со-противления в каналах. Понятие о расчете трубопроводов. Электрогидравлическая аналогия и основы гидравлических расчетов с ее использованием. Эквивалентные гидравлические схемы замещения гидравлических сетей. Исследование гидравлических сетей. Основные типы и конструкции гидронасосов энергетических установок.				
Тепловые и атомные электростанции	4	2	2	24
Тема 5. Тепловые электростанции Общие сведения о типах тепловых электростанций. Паротурбинные электрические станции. Общие сведения, термодинамические циклы, принципиальные технологические схемы, основное оборудование. Газотурбинные электростанции. Тема 6. Атомные электростанции Получение атомной энергии. Типы атомных реакторов и технологические схемы атомных электростанций с реакторами разных типов. Циклы паротурбинных атомных электростанций. Газоохлаждаемые паротурбинные циклы атомных электростанций.				
Гидравлические электростанции, ветроэнергетика и специфические энергоресурсы	4	6	4	36
Тема 7. Гидроэлектростанции Основные типы гидроэнергетических установок. Принципиальные схемы создания гидравлического напора с помощью гидросооружений. Энергия речного водотока. Теоретические и экономические гидроэнергетические ресурсы. Напоры и понятие об их расчете для гидроэлектростанций (ГЭС). Гидротурбины и генераторы ГЭС (виды, конструкция, особенности). Энергия, мощность и выработка электроэнергии на ГЭС. Тема 8. Ветроэнергетические установки Общие сведения о ветроэнергетике. Энергия воздушного потока и мощность ветроэнергетических установок. Виды ветроэнергетических установок и основы расчета их основных параметров. Тема 9. Дополнительные и специфические энергетические ресурсы (солнечная и водородная энергетика, энергия биомассы, биогаза и др.) Классификация и назначение солнечных энергетических установок, и их элементы. Проблемы использования солнечной энергии. Дополнительные и специфические энергетические				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ресурсы. Основные понятия и перспективы использования. Водородная энергетика. Принципы, достоинства и недостатки, перспективы. Вторичные энергоресурсы и перспективы (энергетический потенциал отходов, побочных и промежуточных продуктов). Биомасса и биогаз как возобновляемые источники энергии, достоинства и недостатки, перспективы использования. Другие нетрадиционные источники энергии.				
Оборудование электростанций и электроэнергетических систем	2	6	4	34
Тема 10. Оборудование электростанций и электроэнергетических систем. Заключение Виды оборудования, назначение, режимы работы, их контроль. Планирование и проведение монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических работ. Балансы мощности и энергии энергосистем. Режимы работы электроэнергетических установок, понятие об их расчете и контроле. Природоохранные проблемы энергетике. Экономия электрической и тепловой энергии, других видов энергоресурсов. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. О заключительной подготовке и презентации отчетной документации студентов в индивидуальном портфолио. Заключение.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	16	16	126
ИТОГО по дисциплине	18	16	16	126

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные определения термодинамики.
2	Термодинамические процессы.
3	Тепловые электрические станции
4	Атомные электрические станции
5	Анализ паросилового цикла Ренкина
6	Термодинамические процессы в двигателях внутреннего сгорания
7	Поршневые газовые машины. Двигатель Стирлинга

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование режимов работы линии электропередачи с помощью схемы замещения
2	Исследование однофазного трансформатора
3	Исследование генератора постоянного тока независимого и параллельного возбуждения
4	Исследование трёхфазного синхронного генератора
5	Характеристика холостого хода ветрогенератора. Внешние характеристики ветрогенератора. Изучение работы автономной ветроэнергетической системы с батареей и нагрузкой
6	Исследование режимов автономной солнечной фотоэлектрической системы

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>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.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none">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	Барочкин Е. В., Зорин М. Ю., Барочкин А. Е. Общая энергетика : учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Москва Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. 311 с.	1
2	Быстрицкий Г. Ф., Гасангаджиев Г. Г., Кожиченков В. С. Общая энергетика (производство тепловой и электрической энергии) : учебник. 2-е изд., стер. Москва : КНОРУС, 2016. 407 с. 25,5 усл. печ. л.	6
3	Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика : учебное пособие для средних специальных учебных заведений. М. : Академия, 2005. 204 с.	9
4	Полищук В. И. Общая энергетика : учебное пособие. Москва : ИНФРА-М, 2022. 207 с. 13,0 усл. печ. л.	3
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Казанцев В. П. Общая энергетика : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 270 с.	71
2.2. Периодические издания		
1	Известия Российской академии наук. Энергетика : журнал. Москва : Наука, 1963 - .	
2	Электротехника : научно-технический журнал. Москва : Знак, 1930 - .	
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)
Основная литература	Широбокова, О. Е. Общая энергетика : учебно-методическое пособие / О. Е. Широбокова, Д. В. Кирдищев. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 179 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: https://e.lanbook.com/book/133094	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
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	Лабораторный стенд	5

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Общая энергетика»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (модуль)
образовательной
программы:** Электроэнергетика и электротехника (общий
профиль, СУОС)

**Квалификация
выпускника:** «Бакалавр»

Форма обучения: Очная

Курс: 2 **Семестр:** 3

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Виды промежуточного контроля:

Диф. зачет: 3 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «**Общая энергетика**». 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 формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые компетенции

Таблица 1.1 – Компетенции, формируемыми в процессе освоения данной ОПОП, определенные на основе СУОС ВО ПНИПУ по направлению подготовки 13.03.02 «**Электроэнергетика и электротехника**»

№ п.п	Компетенции, формируемые на основании базовых учебных планов	
	Код компетенции	Формулировка компетенции
1	ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
2	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра базового учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные, практические, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения.

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 1.2.

Таблица 1.2 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный			Промежуточный Диф. зачет
	С	ТО	ОЛР	ПЗ	Т/КР	
Усвоенные знания						
Знает основы математики, физики, химии. (ОПК-3)		ТО1 ... ТО4			КР1 ... КР4	ТВ
Знает теоретические основы электротехники, основы энергетики, принципы работы и характеристики электрических машин различных типов. (ОПК-4)		ТО1 ... ТО4			КР1 ... КР4	ТВ
Освоенные умения						
Умеет применять аналитическую геометрию, линейную алгебру, дифференциальное исчисление, теорию функций комплексных переменных, законы физики и химии для решения профессиональных задач. (ОПК-3)			ОЛР1 ... ОЛР6	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ
Умеет применять метод анализа, моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы трансформаторов, электрических машин. (ОПК-4)			ОЛР1 ... ОЛР6	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ
Приобретенные владения						
Владеет навыками анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. (ОПК-3)			ОЛР1 ... ОЛР6	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ
Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов энергетики, режимов работы электрических машин разных типов. (ОПК-4)			ОЛР1 ... ОЛР6	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ1 ... ПЗ7	ПЗ

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; КУ – курсовая работа.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в 3-м семестре в виде дифференцированного зачета, проводимого с учетом 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 обучающегося 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 обучающимися отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного 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 освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль усвоения материала в форме письменного выборочного теоретического опроса студентов 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 и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.2) проводится в форме защиты отчетов по лабораторным работам, контроля выполнения практических заданий и рубежного контроля (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 лабораторных работ проводится индивидуально с каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям
3	Минимальный уровень	Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в практической работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.

2.2.2. Практические задания

Согласно РПД запланировано 7 практических занятий и 4 рубежных практических задания (ПЗ) после освоения студентами учебных модулей дисциплины:

- первое ПЗ по модулю 1 «Введение. Общие вопросы энергетики. Источники энергии. Основы гидравлики, термодинамики, теплообмена»,
- второе ПЗ – по модулю 2 «Тепловые и атомные электростанции»,
- третье ПЗ по модулю 3 «Гидравлические электростанции, ветроэнергетика и специфические энергоресурсы»,
- четвертое ПЗ по модулю 4 «Оборудование электростанций и электроэнергетических систем».

Типовые задания первого ПЗ:

1. Проанализировать энергетику России и этапы ее развития.
2. Проанализировать мировую энергетику и этапы ее развития.
3. Проанализировать энергопотребление и энергетические ресурсы.

4. Проанализировать роль энергетического комплекса для социально-экономического развития страны.
5. Исследовать принципы формирования федерального общероссийского рынка энергии и мощности.
6. Исследовать отличительные особенности электроэнергетики как важнейшей составной части топливно-энергетического комплекса страны.
7. Изучить причины ухудшения качества топлива на тепловых электростанциях.
8. Изучить оборудование относится к основным элементам системы пылеприготовления.
9. Изучить принцип подготовки топлива перед его сжиганием в котле.
10. Изучить различные виды топлив (органические, неорганические).

Типовые задания второго ПЗ:

1. Изучить электростанции конденсационного типа.
2. Изучить преимущества объединения электростанций в энергосистемы.
3. Изучить электростанции, называемые теплоэлектроцентралями.
4. Изучить ТЭС, относящиеся к электростанциям местного значения.
5. Изучить электростанции, обычно располагаемые вблизи месторождения топлива и гидроресурсов.
6. Изучить физические основы ядерной энергетики.
7. Изучить работу ядерного реактора.
8. Изучить управление и регулирование цепной реакции в реакторе.
9. Изучить главные отличия процессов сгорания ядерного и органического топлива.
10. Изучить устройство атомной электростанции.

Типовые задания третьего ПЗ:

1. Изучить устройство ветростанции.
2. Изучить типы ветростанций.
3. Исследовать количество электроэнергии, вырабатываемой ветроустановкой.
4. Изучить «лайф-цикл эмиссии».
5. Изучить отрицательное воздействие ветростанций на окружающую среду.
6. Изучить устройство солнечной электростанции.
7. Изучить виды солнечных электростанций.
8. Изучить преимущества и недостатки солнечных электростанций.
9. Изучить принципы выбора солнечной батареи.
10. Изучить возможности самостоятельного сбора солнечной электростанции.

Типовые задания четвертого ПЗ:

1. Изучить преимущества объединения электроэнергетических систем.
2. Изучить классификацию электрических сетей по функциональному назначению.
3. Изучить классификацию электрических сетей по номинальному напряжению.

4. Изучить классификацию электрических сетей по конфигурации.
5. Изучить основные виды схем замещения линий электропередачи.
6. Расчет параметров схем замещения линий с нерасщепленными проводами фаз.
7. Изучить влияние расщепления проводов воздушных линий на параметры схем замещения.
8. Изучить емкостную проводимость кабельной и воздушной линий.
9. Перечислить основные конструктивные элементы воздушных линий.
10. Изучить классификацию проводов воздушных линий.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Введение. Общие вопросы энергетики. Источники энергии. Основы гидравлики, термодинамики, теплообмена», вторая КР – по модулю 2 «Тепловые и атомные электростанции», третья КР по модулю 3 «Гидравлические электростанции, ветроэнергетика и специфические энергоресурсы», четвертая КР по модулю 4 «Оборудование электростанций и электроэнергетических систем».

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. – Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.
3	Минимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
		контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.

Типовые задания первой КР:

1. Основные технические характеристики жидкого топлива.
2. Основные технические характеристики твердого топлива.
3. Химические элементы, входящие в состав органической части топлива.
4. Органические виды топлива.
5. Элементы топлива, являющиеся горючими.

Типовые задания второй КР:

1. Оборудование, входящее в состав конденсационной установки.
2. Воздухоотсасывающее устройство конденсатора.
3. Места подачи на электростанцию охлаждающей и технической воды.
4. Централизованная система теплоснабжения.
5. Регулирование тепловой сети, в основном применяемое на ТЭЦ.

Типовые задания третьей КР:

1. Влияние ветроустановки на качество воздуха.
2. Мероприятия производителей, снижающих уровень шума.
3. Реальные возможности ветроэнергетики России.
4. Субъекты РФ, рассчитывающие на существенное участие ветроэнергетики в покрытии своих энергетических нужд.
5. Меры поддержки, принимаемые в России для развития ветроэнергетики.

Типовые задания четвертой КР:

1. Потери мощности в линиях электропередачи.
2. Потери мощности в трансформаторах.
3. Перечислить источники реактивной мощности в электрических системах.
4. Способы регулирования напряжения в электрических системах.
5. Этапы проектирования электрических сетей.

2.3. Промежуточная аттестация

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит

теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Общие вопросы энергетики.
2. Источники энергии.
3. Основные понятия, термины и определения энергетики.
4. Энергетические ресурсы Земли и их использование.
5. Топливо-энергетический комплекс и Единая энергетическая система России.
6. Электрические и тепловые станции и сети, не возобновляемые и возобновляемые источники энергии (общий обзор).
7. Основы термодинамики Основные понятия и определения (термодинамическая система, параметры состояния, термодинамические процессы: параметры и величины).
8. Законы термодинамики.
9. Обратимые и необратимые термодинамические процессы.
10. Основные термодинамические процессы идеальных и реальных газов.
11. Вода и водяной пар.
12. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
13. Фазовые состояния воды.
14. Круговой термодинамический процесс, термический КПД цикла.
15. Холодильный коэффициент.
16. Основные циклы работы тепловых машин энергетических установок, их описание и исследование.
17. Основы теории теплообмена, тепловых расчетов и исследований Основные понятия и определения теории теплообмена.
18. Теплообмен теплопроводностью.
19. Закон Фурье.
20. Коэффициент теплопроводности.
21. Теплопроводность через плоскую, цилиндрическую и многослойную стенки.
22. Электротепловая аналогия и основы тепловых расчетов на ее основе.
23. Понятие о тепловых схемах замещения тепловых систем.
24. Конвективный теплообмен.
25. Закон Ньютона -Рихмана.
26. Коэффициент конвективной теплоотдачи.
27. Математическое описание конвективного теплообмена.
28. Теория подобия.
29. Основные критерии подобия и их физический смысл.

30. Теплоотдача при естественной и вынужденной конвекции.
31. Лучистый теплообмен и его основные законы.
32. Сложный теплообмен в энергетических установках, проблемы его исследования.
33. Основы гидравлики и гидравлических расчетов Основные понятия, определения и законы гидростатики и гидродинамики.
34. Режимы течения жидкости.
35. Уравнение Бернулли и его практическое применение.
36. Гидравлические сопротивления в каналах.
37. Понятие о расчете трубопроводов.
38. Электродгидравлическая аналогия и основы гидравлических расчетов с ее использованием.
39. Эквивалентные гидравлические схемы замещения гидравлических сетей.
40. Исследование гидравлических сетей.
41. Основные типы и конструкции гидронасосов энергетических установок.
42. Тепловые электростанции Общие сведения о типах тепловых электростанций.
43. Паротурбинные электрические станции.
44. Общие сведения, термодинамические циклы, принципиальные технологические схемы, основное оборудование.
45. Газотурбинные электростанции.
46. Атомные электростанции Получение атомной энергии.
47. Типы атомных реакторов и технологические схемы атомных электростанций с реакторами разных типов.
48. Циклы паротурбинных атомных электростанций.
49. Газоохлаждаемые паротурбинные циклы атомных электростанций.
50. Гидроэлектростанции Основные типы гидроэнергетических установок.
51. Принципиальные схемы создания гидравлического напора с помощью гидросооружений.
52. Энергия речного водотока.
53. Теоретические и экономические гидроэнергетические ресурсы.
54. Напоры и понятие об их расчете для гидроэлектростанций (ГЭС).
55. Гидротурбины и генераторы ГЭС (виды, конструкция, особенности).
56. Энергия, мощность и выработка электроэнергии на ГЭС.
57. Ветроэнергетические установки Общие сведения о ветроэнергетике.
58. Энергия воздушного потока и мощность ветроэнергетических установок.
59. Виды ветроэнергетических установок и основы расчета их основных параметров.
60. Дополнительные и специфические энергетические ресурсы (солнечная и водородная энергетика, энергия биомассы, биогаза и др.) Классификация и назначение солнечных энергетических установок, и их элементы.
61. Проблемы использования солнечной энергии.
62. Дополнительные и специфические энергетические ресурсы.
63. Основные понятия и перспективы использования.
64. Водородная энергетика.
65. Принципы, достоинства и недостатки, перспективы.

66. Вторичные энергоресурсы и перспективы (энергетический потенциал отходов, побочных и промежуточных продуктов).
67. Биомасса и биогаз как возобновляемые источники энергии, достоинства и недостатки, перспективы использования.
68. Другие нетрадиционные источники энергии.
69. Оборудование электростанций и электроэнергетических систем.
70. Заключение Виды оборудования, назначение, режимы работы, их контроль.
71. Планирование и проведение монтажных, наладочных, ремонтных и профилактических работ.
72. Балансы мощности и энергии энергосистем.
73. Режимы работы электроэнергетических установок, понятие об их расчете и контроле.
74. Природоохранные проблемы энергетики.
75. Экономия электрической и тепловой энергии, других видов энергоресурсов.
76. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года.
77. О заключительной подготовке и презентации отчетной документации студентов в индивидуальном портфолио.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Проанализировать термодинамические процессы, протекающие в ТЭС.
2. Проанализировать устройство тепловых электрических станций.
3. Проанализировать устройство атомных электрических станций.
4. Проанализировать паросиловой цикл Ренкина.
5. Проанализировать термодинамические процессы в двигателях внутреннего сгорания.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированный зачет

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

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

2.4. Курсовая работа

Не предусмотрена

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 экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

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 экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.