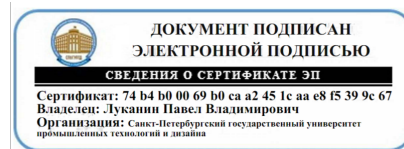


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**2.1.7** Теплоэнергетические системы и комплексы

Учебный план: ФА245.21-12\_23-14.plx

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Научная специальность: 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Уровень образования: подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
6	УП	32	16	96	36	Экзамен
	РПД	32	16	96	36	
Итого	УП	32	16	96	36	
	РПД	32	16	96	36	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Пеленко В.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** изучение теории системных исследований теплоэнергетических комплексов, изучение структуры и режимов работы теплоэнергетических комплексов и систем, изучение вопросов решения проблем рационального использования энергетических ресурсов.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- формирование навыков и умений в области теории теплоэнергетических систем и комплексов;
- изучение основных методов научных исследований, применяемых для изысканий в области теплоэнергетических систем и комплексов;
- освоение ключевых подходов к исследованию объектов теплоэнергетических систем и комплексов.

**1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:**

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

Теплотехнический эксперимент в энергетике

Компьютерное моделирование и математический анализ в энергетике

Педагогическая практика

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Знать:** основные методы оценки современных научных достижений; основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; основные способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; методы использования современных научных достижений в области теплоэнергетики и теплотехники; методы составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.

**Уметь:** генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности; разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; использовать современные научные достижения в области теплоэнергетики и теплотехники; составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.

**Владеть:** методами оценки современных научных достижений; методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; методологией разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; методами использования современных научных достижений в области теплоэнергетики и теплотехники; методами составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в области теплоэнергетики.

### 3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля	
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Введение. Теплоэнергетические системы и комплексы в современном мире.	6				0	
Тема 1. Введение. Основное содержание курса. Роль теплоэнергетических систем и комплексов в структуре промышленного предприятия. Основные термины и определения.		2	1	2		
Тема 2. Теплоэнергетические системы и комплексы в современном мире. Основные закономерности и тенденции развития энергетики. Главные особенности мирового энергетического баланса. Состояние и направления совершенствования энергетического баланса в России и за рубежом. Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и их эффективность, влияние региональных факторов. Особенности развития крупных систем и комплексов в энергетике. Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике. Главные технические пути решения.		2	1	6		
Раздел 2. Комплексные проблемы теплоэнергетических систем.						
Тема 3. Основные проблемы развития энергетических систем и комплексов. Принципы построения; методы выбора топливной базы энергетических комплексов в увязке с оптимизацией общего энергетического баланса страны. Показатели качества энергии. Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии. Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива и энергии. Выбор схем энергоснабжения производственных комплексов.		2	1	6		0
Тема 4. Экологические проблемы энергетики. Влияние энергетических объектов на окружающую среду. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву.		2	1	6		

<p>Тема 5. Термодинамика теплоэнергетических установок. Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок. Паровые теплоэнергетические установки. Повышение эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа. Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом. Особенности реальных циклов паротурбинных установок. Газотурбинные установки (ГТУ). Простейшие циклы ГТУ, работа сжатия в компрессоре и ее уменьшение, сложные циклы ГТУ. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Общие принципы действия поршневых ДВС, термодинамический анализ циклов ДВС. Принципы действия реактивных двигателей их циклы. Комбинированные теплоэнергетические установки. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок. Сложные высокотемпературные циклы с использованием ГТУ, МГД-генераторов, топливных элементов. Атомные теплоэнергетические установки. Особенности выбора циклов АЭС. Термодинамические циклы АЭС на жидком (паровом), и газовом теплоносителях.</p>	6	3	20	
<p>Тема 6. Термодинамика холодильных машин и теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии. Холодильные машины и тепловые насосы энергетики. Циклы газовых компрессорных трансформаторов. Циклы паровых холодильных установок и тепловых насосов. Перспективы использования тепловых насосных установок в составе энергетических комплексов при совместной выработке электроэнергии и тепла. Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии. Солнечные установки. Океанические ТЭС. Геотермальные ТЭС. Термоядерные электрические станции.</p>	4	2	12	
<p>Раздел 3. Комплексный выбор и оптимизация элементов теплоэнергетических объектов.</p>				
<p>Тема 7. Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима использования энергетических систем на принятие оптимальных решений. Показатели надежности работы энергетических установок и систем. Способы обеспечения заданной надежности. Выбор оптимальных решений с использованием критерия надежности.</p>	4	2	14	0

Тема 8. Оптимальные параметры основных теплоэнергетических установок. Методы выбора оптимальных систем получения тепловой энергии, их термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка. Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохранилищ, водохранилищ. Понятие расчетной обеспеченности тепло- и топливоснабжения и основы их выбора. Технические и экономические основы использования возобновляемых источников энергии (геотермальной, ветровой, солнечной).	4	2	12	
Раздел 4. Методы системных исследований в теплоэнергетике и их приложения.				
Тема 9. Классификация и особенности теплоэнергетических систем и комплексов. Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах. Особенности систем энергетики и теплоэнергетических комплексов как объектов исследования и управления. Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики. Основы применяемых математических методов. Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности. Основы сочетания формализованных методов с активной ролью человека. Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в энергетике.	4	2	12	0
Тема 10. Техничко-экономическое обоснование теплоэнергетических систем и комплексов. Методы технико-экономических расчетов в энергетике. Расчет технико-экономических показателей добычи (производства), транспорта и использования различных видов топлив и энергии, роль замыкающих затрат на топливо и энергию, методы технико-экономических расчетов в энергетике для непрерывно развивающихся систем и при использовании неоднозначной исходной информации. Комплексное использование топлива с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценной товарной продукции как реальный путь снижения стоимости конечного продукта.	2	1	6	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	32	16	96	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		0	36	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		48	132	

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 4.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 4.1.1 Показатели оценивания

Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
--	----------------------------------

<p>1. Демонстрирует достаточные знания по основам теплоэнергетических систем и комплексов при исследовании рабочих процессов объектов теплоэнергетики.</p> <p>2. Обладает необходимыми навыками решения задач математического анализа.</p> <p>3. Формулирует предложения по разработке технико-экономических мероприятий по повышению эффективности использования систем теплоэнергоснабжения.</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования.</p> <p>2. Практико-ориентированные задания.</p>
--	--

#### 4.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
	Устное собеседование	Письменная работа
<p>5 (отлично)</p>	<p>1. Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы оценки современных научных достижений;</li> <li>- основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- основные способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- методы использования современных научных достижений в области теплотехники и теплоэнергетики;</li> <li>- методы составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p> <p>2. Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</li> <li>- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности;</li> <li>- разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской профессиональной деятельности;</li> <li>- использовать современные научные достижения в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p> <p>3. Обучающийся в полном объеме владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами оценки современных научных достижений;</li> <li>- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- методологией разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.</p>

	<p>исследовательской профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами использования современных научных достижений в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- методами составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>	
<p>4 (хорошо)</p>	<p>1. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы оценки современных научных достижений;</li> <li>- основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- основные способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- методы использования современных научных достижений в области теплотехники и теплоэнергетики;</li> <li>- методы составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p> <p>2. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</li> <li>- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности;</li> <li>- разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской профессиональной деятельности;</li> <li>- использовать современные научные достижения в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p> <p>3. Обучающийся частично владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами оценки современных научных достижений;</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- методологией разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской профессиональной деятельности;</li> <li>- методами использования современных научных достижений в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- методами составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые.</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>1. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы оценки современных научных достижений;</li> <li>- основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- основные способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- методы использования современных научных достижений в области теплотехники и теплоэнергетики;</li> <li>- методы составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p> <p>2. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</li> <li>- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности;</li> <li>- разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской профессиональной деятельности;</li> <li>- использовать современные научные достижения в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований в</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.</p>

	<p>теплоэнергетике.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p> <p>3. Обучающийся в не полном объеме владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами оценки современных научных достижений;</li> <li>- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- методологией разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- методами использования современных научных достижений в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- методами составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	
<p style="text-align: center;">2 (неудовлетворительно)</p>	<p>1. Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы оценки современных научных достижений;</li> <li>- основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- основные способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- методы использования современных научных достижений в области теплотехники и теплоэнергетики;</li> <li>- методы составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>2. Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</li> <li>- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности;</li> <li>- разрабатывать новые методы исследования и применять их в</li> </ul>	<p>Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы по письменной работе без помощи преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом.</p>

	<p>самостоятельной научно-исследовательской профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современные научные достижения в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul> <p>3. Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами оценки современных научных достижений;</li> <li>- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</li> <li>- методологией разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- методами использования современных научных достижений в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- методами составления практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований в теплоэнергетике.</li> </ul>	
--	---	--

#### 4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 4.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Основные закономерности и тенденции развития теплоэнергетики.
2	Природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования.
3	Главные особенности мирового энергетического баланса и развития теплоэнергетики по основным регионам.
4	Особенности существующего состояния энергетики мира и перспективы ее развития в первой половине XXI века.
5	Состояние и направления совершенствования энергетического баланса в России.
6	Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки, потребления тепловой энергии, прямого расхода топлива.
7	Основные объективные тенденции развития теплоэнергетики в России и за рубежом.
8	Пропорции развития теплоэнергетики, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии.
9	Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов.
10	Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбережения.
11	Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности.
12	Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения.
13	Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии.
14	Энергетическая стратегия России.
15	Главные направления научно-технического прогресса в теплоэнергетике, влияние региональных факторов.
16	Особенности развития крупных систем и комплексов в теплоэнергетической, газо- и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.
17	Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике. Главные технические пути решения проблемы.

18	Использование возобновляемых источников энергии, потенциал энерго- и ресурсосбережения.
19	Основные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электроэнергетическую систему.
20	Характерные графики электрической и тепловой нагрузок; методы выбора топливной базы электростанций и энергетических комплексов в увязке с оптимизацией общего энергетического баланса страны; комплексный выбор структуры электрических мощностей, типы электрических станций и их размещение; схемы электрических связей (совместно с выбором общей схемы топливно-энергетических связей в стране). Показатели качества энергии.
21	Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета.
22	Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии; влияние на эти решения особенностей схем энергоснабжения и топливоснабжения.
23	Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива, и энергии.
24	Выбор схем энергоснабжения территориально-производственных комплексов, промышленных центров, крупных предприятий.
25	Экологические проблемы энергетики. Влияние энергетических объектов на окружающую среду. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы.
26	Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву.
27	Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок.
28	Общие методы повышения термодинамической эффективности циклов.
29	Паровые теплоэнергетические установки.
30	Повышение эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа.
31	Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом.
32	Особенности реальных циклов паротурбинных установок.
33	Газотурбинные установки (ГТУ). Простейшие циклы ГТУ, работа сжатия в компрессоре и ее уменьшение, сложные циклы ГТУ.
34	Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Общие принципы действия поршневых ДВС, термодинамический анализ циклов ДВС.
35	Принципы действия реактивных двигателей их циклы.
36	Комбинированные теплоэнергетические установки. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок.
37	Сложные высокотемпературные циклы с использованием ГТУ, МГД-генераторов, топливных элементов.
38	Атомные теплоэнергетические установки. Особенности выбора циклов АЭС. Термодинамические циклы АЭС на жидком (паровом), и газовом теплоносителях.
39	Холодильные машины и тепловые насосы энергетики.
40	Циклы газовых компрессорных термотрансформаторов.
41	Циклы холодильных установок и тепловых насосов. Перспективы использования тепловых насосных установок в составе энергетических комплексов при совместной выработке электроэнергии и тепла.
42	Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии.
43	Солнечные установки. Океанические ТЭС. Геотермальные ТЭС. Термоядерные электрические станции.
44	Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок.
45	Влияние режима использования энергетических систем на принятие оптимальных решений.
46	Показатели надежности работы энергетических установок и систем.
47	Способы обеспечения заданной надежности. Выбор оптимальных решений с использованием критерия надежности.
48	Методы выбора оптимальных систем прямого получения электроэнергии, их термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка.
49	Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. ГЭС в составе электроэнергетических систем.
50	Гидроаккумулирующие электростанции. Основы выбора оптимальных параметров ГЭС.
51	Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохранилищ, водохранилищ.
52	Понятие расчетной обеспеченности электро-, тепло- и топливоснабжения и основы их выбора.
53	Технические и экономические основы использования возобновляемых источников энергии (геотермальной, ветровой, солнечной).
54	Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах.

55	Особенности систем теплоэнергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления.
56	Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами теплоэнергетики. Основы применяемых математических методов.
57	Концепция построения автоматизированных систем управления в теплоэнергетике и их характерные особенности.
58	Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в теплоэнергетике.
59	Методы технико-экономических расчетов в теплоэнергетике. Расчет технико-экономических показателей добычи (производства), транспорта и использования различных видов топлив и энергии, роль замыкающих затрат на топливо и энергию, методы технико-экономических расчетов в теплоэнергетике для непрерывно развивающихся систем и при использовании неоднозначной исходной информации.
60	Комплексное использование топлива с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценной товарной продукции как реальный путь снижения стоимости конечного продукта.

#### 4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задание 1. Двигатель резервной энергоустановки предприятия работает по циклу Отто. Состояние воздуха на входе в двигатель: давление  $p_v = 1$  бар, температура  $t_v = 20$  оС. Массовый расход воздуха на входе в двигатель  $G_v = 1$  кг/с. Степень сжатия рабочего тела равна 7,2. Определить температуру рабочего тела в конце процесса сжатия и к.п.д. цикла.

Задание 2. Двигатель резервной энергоустановки предприятия работает по циклу Дизеля. Состояние воздуха на входе в двигатель: давление  $p_v = 1$  бар, температура  $t_v = 20$  оС. Массовый расход воздуха на входе в двигатель  $G_v = 1$  кг/с. Степень сжатия рабочего тела равна 12,7. Определить температуру рабочего тела в конце процесса сжатия и к.п.д. цикла.

Задание 3. Сравните эксергетический к.п.д. двух теплообменных аппаратов, использующихся для подогрева воды от 75 до 95 оС дымовыми газами. В первом из них температура дымовых газов на входе в аппарат составляет 450 оС, а на выходе из него – 320 оС. Во втором аппарате температура дымовых газов на входе и выходе равны 250 и 120 оС.

### 4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю, разделу), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю, разделу) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю, разделу) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю, разделу) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

#### 4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

#### 4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Проводится в качестве кандидатского экзамена;  
Возможность пользоваться калькулятором;  
Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				

Щинников П.А., Боруш О.В., Зыков С.В.	Эксергетические исследования и оптимизация режимов работы ТЭЦ : монография. (Серия «Монографии НГТУ)	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2019	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=367829">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=367829</a>
Кузнецова, И. В., Гильмутдинов, И. И., Сабирзянов, А. Н.	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79603.html">http://www.iprbookshop.ru/79603.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Николаев, Ю. Е., Вдовенко, И. А.	Теплофикация и тепловые сети	Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/76520.html">http://www.iprbookshop.ru/76520.html</a>
Казанцев, В. П.	Общая энергетика	Пермь: Пермский государственный технический университет	2009	<a href="http://www.iprbookshop.ru/105488.html">http://www.iprbookshop.ru/105488.html</a>

## 5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека ВШТЭ- [http://nizrp.narod.ru/ebmu\\_m.htm](http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm).
2. Электронная библиотека СПбГУПТД <http://www.iprbookshop.ru>, ЭБС «IPRbooks».

## 5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

- MicrosoftWindows 8
- Delphi
- PTC Mathcad 15
- Симулятор тепловой схемы ТЭЦ v1.0
- Диаграмма HS для воды и водяного пара v2.5

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду