

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ

Директор
_____ В.В. Потанин
«28» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций	Код модуля М.1.23
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/33.05
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01

Программа модуля и программы дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лапина Александра Юрьевна		Старший преподаватель	Кафедра информационных технологий

Руководитель модуля «согласовано в электронном виде» А.Ю. Лапина

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом НТИ (филиал) УрФУ

Председатель учебно-методического совета

«согласовано в электронном виде»

М.В. Миронова

Протокол № 6 от 28.06.2023 г.

Согласовано:

Руководитель ОП «согласовано в электронном виде» А.Ю. Лапина

Начальник ОООД «согласовано в электронном виде» С.Е. Четвериков

Начальник ОБИР «согласовано в электронном виде» А.В. Катаева

Раздел 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»

1.1. Аннотация содержания модуля

Данный модуль относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, и направлен на получение студентами теоретических знаний о принципах работы и конструкциях основного и вспомогательного тепломеханического оборудования электростанций. Рассматриваются различные режимы работы оборудования, физико-химическая сущность протекающих в нем процессов, методики расчета оборудования, способы безопасной эксплуатации. Модуль формирует теоретические знания о принципах работы, конструкциях паровых турбин тепловых и электрических станций и описывает суть процессов, протекающих в них. Также изучаются режимы работы паровой турбины в различных условиях эксплуатации оборудования, схемы и циклы газотурбинных установок и особенности конструкции газовых турбин. Модуль также формирует теоретические знания о принципах работы, конструкциях вспомогательного и тепломеханического оборудования и трубопроводов электростанций и описывает суть процессов, протекающих в них. Изучение модуля направлено на освоение принципов работы, устройства и эксплуатации вспомогательного и тепломеханического оборудования их конструктивных особенностей.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1.

№ п/п	Перечень дисциплин модуля	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	7/252	экзамен
2.	Теплотехническое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых станций	6/216	экзамен, зачет
3.	Турбины тепловых станций и электрогенерирующее оборудование	7/252	экзамен
ИТОГО по модулю:		20/720	не предусмотрено

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Экологическая безопасность тепловых электростанций; Автоматизация в теплоэнергетике; Теоретические основы теплотехники; Источники и системы теплоснабжения
----------------------------	--

Постреквизиты и корреквизиты модуля	Промышленные теплоэнергетические установки и системы; Практика
-------------------------------------	--

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям, включенным в формулировку результатов обучения.

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы учитываются при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	ПК-7. Способен выполнять специальные расчеты и выбирать оборудование по тепловым сетям	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологию производства пара на ТЭС; – конструкции, характеристики и принцип работы паровых котлов; – характеристики энергетического топлива и способы его подготовки к сжиганию; – основы теории горения, характеристики различных видов топок; – особенности различных видов поверхностей нагрева, их компоновку, факторы, влияющие на теплообмен; – стандартные методики расчета котлов; – факторы, влияющие на эффективность работы котельных установок, способы ее повышения. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать техническое состояние котельной установки и парового котла; – самостоятельно принимать решения в процессе эксплуатации котлоагрегатов; – проводить тепловой расчет котлов по стандартным методикам; – сравнивать различные типы котлов, их элементы и вспомогательное оборудование и выбирать наиболее соответствующие требованиям и условиям производства.

		<p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками выбора котельного оборудования; – стандартными методиками теплового расчета котельных установок; – навыками организации и проведения необходимых испытаний отдельных элементов и котельной установки в целом; – навыками работы с каталогами и справочной литературой для поиска данных по определению характеристик и проведению расчетов котельных установок.
Теплотехническое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых станций	ПК-7. Способен выполнять специальные расчеты и выбирать оборудование по тепловым сетям	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим установкам и системам. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить тепловой расчет энергетического оборудования. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования.
	ПК-8. Способен анализировать работу объектов профессиональной деятельности, оценивать техническое состояние систем, проводить учет выявленных неисправностей и дефектов и отражать результаты в отчетной документации	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – стандартные методики расчета вспомогательного оборудования электростанций. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – сравнивать различное типовое энергетическое оборудование и выбирать наиболее соответствующее требованиям и условиям производства. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками выбора оборудования электростанций.
	ПК-9. Способен разрабатывать и контролировать планы текущих и перспективных объемов работ по эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основы теории работы, особенности конструкции и характеристики насосного, тягодутьевого и тепломеханического оборудования электростанции. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать техническое состояние энергетического оборудования. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыком составления планов на текущие и перспективные объемы работ по эксплуатации оборудования ТЭС.
Турбины тепловых станций и	ПК-7. Способен выполнять специальные расчеты	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – конструкции и характеристики турбин ТЭС; – конструкции и характеристики парогазовых

<p>электрогенерирующее оборудование</p>	<p>и выбирать оборудование по тепловым сетям</p>	<p>и газотурбинных установок;</p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии производства электрической и тепловой энергии на электростанциях, места различного оборудования в схеме станции; – режимы работы электростанций; – основы централизованного энерго- и теплоснабжения потребителей, методов оптимальной схемы снабжения; – методики расчета тепловых схем ТЭС, характеристик; – нормативную документацию, регламентирующую эксплуатацию оборудования электростанций. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить тепловой расчет энергетического оборудования; – оценивать КПД энергетического оборудования; – определять приблизительную стоимость установки и модернизации энергетического оборудования; – составлять отдельные разделы инструкций по эксплуатации оборудования ТЭС. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками выбора оборудования электростанций; – стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования; – методами опытной проверки оборудования.
---	--	--

1.5. Форма обучения

Реализация модуля предусмотрена для обучающихся по очной, очно-заочной формам.

**РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ
«ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»**

**2.1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»**

**2.1.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛОВЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»**

2.1.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

– Традиционная (репродуктивная) технология, с применением информационных технологий

2.1.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине

«Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций»

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ПК-7. Способен выполнять специальные расчеты и выбирать оборудование по тепловым сетям	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технологию производства пара на ТЭС; – конструкции, характеристики и принцип работы паровых котлов; – характеристики энергетического топлива и способы его подготовки к сжиганию; – основы теории горения, характеристики различных видов топок; – особенности различных видов поверхностей нагрева, их компоновку, факторы, влияющие на теплообмен; – стандартные методики расчета котлов; – факторы, влияющие на эффективность работы котельных установок, способы ее повышения. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать техническое состояние котельной установки и парового котла; – самостоятельно принимать решения в процессе эксплуатации котлоагрегатов; – проводить тепловой расчет котлов по стандартным методикам; – сравнивать различные типы котлов, их элементы и вспомогательное оборудование и выбирать наиболее соответствующие требованиям и условиям производства. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками выбора котельного оборудования; – стандартными методиками теплового расчета котельных установок; – навыками организации и проведения необходимых испытаний отдельных элементов и котельной установки в целом; – навыками работы с каталогами и справочной литературой для поиска данных по определению характеристик и проведению расчетов котельных установок.

2.1.1.3. Содержание дисциплины «Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций»

Таблица 2

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Тепловой баланс котельного агрегата	Уравнение теплового баланса, располагаемая и использованная теплота и коэффициент полезного действия котельного агрегата. Потери теплоты, их анализ и способы определения. Определение КПД по прямому и обратному балансу.
P2	Топочные процессы	Скорости химических реакций. Нормальная скорость распространения пламени. Скорость распространения пламени при турбулентном режиме. Кинетическое и диффузионное горение газового топлива. Кинетический и диффузионный режимы горения твердого топлива. Свободная затопленная неизотермическая струя.
P3	Камерные топки для сжигания твердого топлива	Основные функции топки для сжигания твердого топлива. Устройство и работа круглых и прямоточных щелевых горелок. Схемы компоновок горелок.
P4	Топки для сжигания газового и жидкого топлив	Особенности конструктивного оформления топок для сжигания газа и мазута. Подготовка жидкого топлива к сжиганию. Схемы форсунок для распыливания мазута. Газомазутные горелки.
P5	Поверхности нагрева и их компоновка	Испарительные поверхности барабанных и прямоточных котлов. Пароперегреватели и их классификация. Конструкции конвективных, полурадационных (ширмовых) и радиационных пароперегревателей. Факторы, влияющие на температуру перегрева пара. Паровое регулирование температуры острого пара с помощью пароохладителей. Паровое регулирование температуры вторичного пара с помощью паропаровых теплообменников и дополнительной поверхности пароперегревателя. Газовое регулирование.
P6	Низкотемпературные поверхности нагрева	Назначение и конструкция водяного экономайзера. Устройство стального трубчатого воздухоподогревателя. Конструкция регенеративного вращающегося воздухоподогревателя. Двухступенчатая компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева.
P7	Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет котельного агрегата	Особенности теплообмена в топке. Расчет теплообмена в топочной камере. Лучистый теплообмен в газоходах котла. Конвективный теплообмен. Коэффициенты теплопередачи для змеевиковых поверхностей и воздухоподогревателей. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов котельного агрегата.

Р8	Каркас, обмуровка и тепловая изоляция	Каркас, обмуровка, тепловая изоляция, их элементы и конструктивные особенности
-----------	---------------------------------------	--

2.1.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.1.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Маряхина, В.С. Теплогенерирующие установки : учебное пособие / В.С. Маряхина, Р. Мансуров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2014. – 104 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259259>– Текст : электронный.

2. Салов, А.Г. Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е (ДЕ) и тепловой расчёт котла Е (ДЕ)-10-14ГМ : учебное пособие / А.Г. Салов, А.А. Гаврилова ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. – 103 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438393> – Библиогр.: с. 73-74. – ISBN 678-5-9585-0622-4. – Текст : электронный.

3. Салов, А.Г. Проектирование отопительно-производственной котельной : учебное пособие / А.Г. Салов, А.А. Цынаева ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – 118 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438333> – Библиогр.: с. 101-103. – ISBN 978-5-9585-0606-4. – Текст : электронный.

4. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах : практикум / В.В. Шалай, А.Г. Михайлов, П.А. Батраков и др. ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет». – Омск : Издательство ОмГТУ, 2015. – 120 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443145>– Библиогр.: с. 105. – ISBN 978-5-8149-2126-0. – Текст : электронный.

5. Минкина, С.А. Тепловой и аэродинамический расчеты котельных агрегатов : учебное пособие / С.А. Минкина ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. – 104 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256112> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9585-0542-5. – Текст : электронный.

6. Устройство паровых котельных агрегатов : методическая разработка / сост. Г.М. Климов, М.Г. Климов ; Министерство образования и науки Российской Федерации,

Федеральное агентство по образованию и др. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. – 50 с. : табл., ил., схемы – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427286> – Библиогр.: с. 37. – Текст : электронный.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн www.biblioclub.ru
- ЭБ «Электронная библиотека НТИ» <http://elib.ntiustu.ru>
- Зональная научная библиотека УрФУ. – Режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>
- Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ГИС «Энергоэффективность») URL: <http://gisee.ru>
- Министерство энергетики Российской Федерации <https://minenergo.gov.ru/>

Периодические журналы

- Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал «Теплоэнергетика» <http://tepen.ru/>
- Журнал «Известия РАН. Энергетика» <https://sciencejournals.ru/journal/izen/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

2.1.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций»

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3

№ п\п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
2	Практические занятия	Учебная аудитория для	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест	– Операционная система Windows,

		проведения практических занятий	в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	офисный пакет Microsoft Office
3	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
4	Консультации	Учебная аудитория для проведения консультаций	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office – Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет
5	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования:	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office – Договор на предоставление постоянного доступа к

			ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	сети Интернет
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office

**РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ
«ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»**

**2.2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ И
ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТРУБОПРОВОДЫ ТЕПЛОВЫХ
СТАНЦИЙ»**

**2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И
ТРУБОПРОВОДЫ ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ»**

2.2.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

– Традиционная (репродуктивная) технология, с применением информационных технологий

**2.2.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине
«Теплотехническое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых
станций»**

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ПК-7. Способен выполнять специальные расчеты и выбирать оборудование по тепловым сетям	<p><i>Знать:</i> – законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим установкам и системам.</p> <p><i>Уметь:</i> – проводить тепловой расчет энергетического оборудования.</p> <p><i>Владеть:</i> – стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования.</p>
ПК-8. Способен анализировать работу объектов профессиональной деятельности, оценивать техническое состояние систем, проводить учет выявленных неисправностей и дефектов и отражать результаты в отчетной документации	<p><i>Знать:</i> – стандартные методики расчета вспомогательного оборудования электростанций.</p> <p><i>Уметь:</i> – сравнивать различное типовое энергетическое оборудование и выбирать наиболее соответствующее требованиям и условиям производства.</p> <p><i>Владеть:</i> – методиками выбора оборудования электростанций.</p>
ПК-9. Способен разрабатывать и контролировать планы текущих и перспективных объемов работ по эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p><i>Знать:</i> – основы теории работы, особенности конструкции и характеристики насосного, тягодутьевого и тепломеханического оборудования электростанций.</p> <p><i>Уметь:</i> – анализировать техническое состояние энергетического оборудования.</p> <p><i>Владеть:</i> – навыком составления планов на текущие и перспективные объемы работ по эксплуатации оборудования ТЭС.</p>

2.1.3. Содержание дисциплины «Теплотехническое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых станций»

Таблица 2

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Классификация вспомогательного оборудования ТЭС	Технологическая схема ТЭС и место вспомогательного оборудования в ней Классификация вспомогательного оборудования ТЭС по назначению и принципу действия.
Р2	Регенеративные и сетевые подогреватели	Назначение и типы регенеративных подогревателей. Конструктивные особенности подогревателей высокого и низкого давления. Схемы включения подогревателей в систему регенерации турбины. Основы теплового расчета регенеративных подогревателей. Определение основных геометрических характеристик регенеративных подогревателей. Основы гидравлического расчета регенеративных подогревателей. Назначение сетевых подогревателей. Конструкции сетевых подогревателей. Схемы включения сетевых подогревателей. Тепловой расчет сетевых подогревателей.
Р3	Испарители и деаэраторы	Назначение и типы испарителей. Конструкции испарителей. Водный режим испарителей. Схемы включения испарителей в тепловую схему ТЭС. Тепловой и гидравлический расчет испарителей. Назначение и типы деаэраторов. Теоретические основы процесса термической деаэрации. Конструкции деаэраторов. Расчет теплообмена в деаэраторах.
Р4	Водогрейные котлы	Назначение и принцип действия водогрейных котлов. Конструкции водогрейных котлов. Основы теплового расчета водогрейных котлов.
Р5	Золоуловители	Назначение и типы золоуловителей. Конструкции золоулавливающих устройств. Показатели эффективности работы золоулавливающих устройств.
Р6	Станционные трубопроводы	Классификация станционных трубопроводов по назначению. Категории трубопроводов. Факторы, влияющие на работу трубопроводов. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов. Крепление трубопроводов. Тепловая изоляция трубопроводов. Арматура для трубопроводов. Основы расчета конструктивных элементов и гидравлического сопротивления трубопроводов. Особенности эксплуатации трубопроводов ТЭС.
Р7	Насосное и тягодутьевое оборудование ТЭС	Назначение и область применения насосов и тягодутьевых машин. Параметры работы машин. Характеристики насосов и тягодутьевых машин. Определение характеристики сети. Рабочий режим при работе машины на сеть. Совместная работа нескольких машин на общую сеть. Определение оптимального режима совместной работы машин на сеть. Устойчивая работа насосов и вентиляторов в сети. Помпаж и меры его предупреждения. Кавитация и меры предупреждения кавитации.

Р8	Расчет теплообменного оборудования и трубопроводов на прочность	Условия работы металла теплообменного оборудования и трубопроводов. Изменения структуры и свойств сталей в процессе изготовления, эксплуатации, монтажа и ремонта. Контроль состояния паропроводов. Расчет на прочность элементов теплообменников и трубопроводов.
-----------	---	--

2.2.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Беляев, С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС : учебное пособие / С.А. Беляев, А.В. Воробьев, В.В. Литвак ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 248 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442071> – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

2. Оболенский, Н.В. Практикум по теплотехнике : учебное пособие / Н.В. Оболенский, В.Л. Осокин ; Министерство образования Нижегородской области, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт. – Княгино : НГИЭИ, 2010. – 236 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430983> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-91592-008-7. – Текст : электронный.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн www.biblioclub.ru
- ЭБ «Электронная библиотека НТИ» <http://elib.ntiustu.ru>
- Зональная научная библиотека УрФУ. – Режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>
- Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ГИС «Энергоэффективность») URL: <http://gisee.ru>
- Министерство энергетики Российской Федерации <https://minenergo.gov.ru/>

Периодические журналы

- Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал «Теплоэнергетика» <http://tepen.ru/>
- Журнал «Известия РАН. Энергетика» <https://sciencejournals.ru/journal/izen/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а так же в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

2.2.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплотехническое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых станций»

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3

№ п\п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
3	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office

4	Консультации	Учебная аудитория для проведения консультаций	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная.</p> <p>Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения</p>	<p>– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office</p> <p>– Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет</p>
5	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов.</p> <p>Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения</p>	<p>– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office</p> <p>– Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет</p>
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов.</p> <p>Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.</p>	<p>– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office</p>

**РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ
«ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»**

**2.3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ
И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ»**

**2.3.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕЕ
ОБОРУДОВАНИЕ»**

2.3.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

– Традиционная (репродуктивная) технология, с применением информационных технологий

**2.3.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине
«Турбины тепловых станций и электрогенерирующее оборудование»**

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ПК-7. Способен выполнять специальные расчеты и выбирать оборудование по тепловым сетям	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – конструкции и характеристики турбин ТЭС; – конструкции и характеристики парогазовых и газотурбинных установок; – технологии производства электрической и тепловой энергии на электростанциях, места различного оборудования в схеме станции; – режимы работы электростанций; – основы централизованного энерго- и теплоснабжения потребителей, методов оптимальной схемы снабжения; – методики расчета тепловых схем ТЭС, характеристик; – нормативную документацию, регламентирующую эксплуатацию оборудования электростанций. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить тепловой расчет энергетического оборудования; – оценивать КПД энергетического оборудования; – определять приблизительную стоимость установки и модернизации энергетического оборудования; – составлять отдельные разделы инструкций по эксплуатации оборудования ТЭС. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками выбора оборудования электростанций; – стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования; – методами опытной проверки оборудования.

2.1.3. Содержание дисциплины «Турбины тепловых станций и электрогенерирующее оборудование»

Таблица 2

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Турбинная ступень	<p>Истечение водяного пара из сопл. Турбинные решетки. Принцип работы турбинной ступени. Процесс преобразования энергии в турбинной ступени. Потери энергии в турбинных решетках. Ступени активного и реактивного типов. Треугольники скоростей. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени и его зависимости от $U/C\phi$. Дополнительные потери энергии в турбинной ступени. Относительный внутренний КПД ступени. Двухвенечные ступени. Парциальные ступени. Ступени большой верности. Определение основных размеров сопловых и рабочих решеток. Выбор профилей турбинных решеток.</p>
Р2	Многоступенчатые турбины	<p>Рабочий процесс многоступенчатой паровой турбины. Общее устройство и основные системы паровой турбины. Предельная мощность однопоточной паровой турбины и пропускная способность последней ступени: основные факторы и их определяющие; способы увеличения предельной мощности турбины. Осевые усилия и способы их уравнивания. Уплотнения в паровых турбинах. Классификация уплотнений по месту установки в турбине. Теория процесса в лабиринтовых уплотнениях. Расчет утечек пара через диафрагменные и концевые уплотнения. Система концевых уплотнений паровых турбин и ее включение в тепловую схему ПТУ. Парораспределение турбины. Назначение системы парораспределения и ее состав. Основные типы парораспределения, применяемые в паровых турбинах. Основные конструкции стопорных и регулирующих клапанов паровых турбин. Расчет и проектирование паровой турбины. Последовательность расчета одноцилиндровой паровой турбины. Определение числа ступеней и распределение теплоперепада между ступенями. Установка паровой турбины на фундаменте. Организация тепловых расширений турбины.</p>
Р3	Система смазки, регулирования и защиты паровых турбин	<p>Назначение системы маслоснабжения и основные требования к ней. Принципиальные схемы маслоснабжения паровых турбин. Совмещенные системы маслоснабжения смазки и регулирования. Автономная система маслоснабжения смазки. Основные элементы систем маслоснабжения. Задачи системы автоматического регулирования (АСР) паровой турбины. Структурная схема АСР прямого действия. Схемы с промежуточным усилием. Ввод в АСР команд от оператора; механизм управления турбиной (МУТ). Понятие неравномерности и нечувствительности АСР. Статическая характеристика АСР. Заброс частоты вращения. Назначение системы защиты паровой турбины. Защита турбины от</p>

		недопустимого повышения частоты вращения. Автомат безопасности. Защиты турбины: от недопустимого осевого сдвига, от недопустимого снижения давления в системе смазки, от недопустимого повышения давления в конденсаторе, от недопустимого снижения температуры свежего пара, от недопустимого повышения уровня в ПВД.
P4	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	Основные потребители тепловой энергии. График потребления тепловой энергии. Турбина с противодавлением. Особенности ее режимов работы. Характеристики экономичности. Маркировка турбин с противодавлением. Турбина с одним и двумя регулируемыми отборами. Особенности режимов работы. Маркировка турбин с регулируемыми отборами. Турбины со ступенчатым подогревом воды для целей теплофикации. Особенности работы ЦНД теплофикационных турбин. Характеристики экономичности и диаграммы режимов теплофикационной турбины. Конструктивные особенности турбин с противодавлением, с регулируемым отбором пара. Регулирующие органы и их конструкции.
P5	Вибрация турбоагрегата	Понятие вибрации. Частота собственных колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс. Вибрация турбоагрегата. Основные показатели вибрации турбин (виброперемещение, виброскорость). Вибрация оборотной частоты. Критические частоты. Жесткие и гибкие валопроводы. Низкочастотная и высокочастотная вибрация. Нормы вибрационной надежности.
P6	Переменный режим работы турбин	Классификация режимов работы турбины. Работа сопла при переменном режиме. Сетка относительных расходов пара. Работа ступени при переменном режиме. Изменение КПД и реактивности. Работа отсека при переменном режиме. Взаимосвязь расходов и давлений. Формула Флюгеля. Изменение теплоперепадов по ступеням (отсекам). Расширение в косом срезе соплового и рабочего каналов; предельные давления. Работа последней ступени конденсационной турбины при переменном режиме. Предельный вакуум. Универсальная кривая поправка на мощность при изменении давления в конденсаторе. Режимная диаграмма «расход-давление» турбин с дроссельным и сопловым парораспределением. КПД отсеков и мощность в условиях переменного режима. Режимная диаграмма «мощность-расход» турбин с дроссельным и сопловым парораспределением. Влияние изменения начального давления и температуры, конечного давления турбины на режимную диаграмму «мощность- расход» конденсационной турбины и турбины с противодавлением. Влияние изменения параметров пара на мощность и экономичность.
P7	Газотурбинные установки	Схемы и циклы простейших ГТУ со сгоранием топлива при постоянном давлении. Основные показатели, характеризующие работу ГТУ. Особенности конструкции газовых турбин. Основные направления повышения экономичности ГТУ.

2.2.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Щинников, П.А. Проектирование одноцилиндровой конденсационной турбины : учебное пособие / П.А.Щинников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 83 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228883> (дата обращения: 27.01.2020). – ISBN 978-5-7782-2226-7. – Текст : электронный.

2. Лагута, С.А. Оборудование электростанций и сетей: лабораторный практикум : [12+] / С.А. Лагута. – Минск : РИПО, 2015. – 84 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463630> (дата обращения: 27.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-503-442-2. – Текст : электронный.

3. Рекус, Г.Г. Электрооборудование производств: Справочное пособие / Г.Г. Рекус. – Москва : Директ-Медиа, 2014. – 710 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229238> (дата обращения: 27.01.2020). – ISBN 978-5-4458-7518-5. – Текст : электронный.

4. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах : практикум / В.В. Шалай, А.Г. Михайлов, П.А. Батраков и др. ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет». – Омск : Издательство ОмГТУ, 2015. – 120 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443145> – Библиогр.: с. 105. – ISBN 978-5-8149-2126-0. – Текст : электронный.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн www.biblioclub.ru
- ЭБ «Электронная библиотека НТИ» <http://elib.ntiustu.ru>
- Зональная научная библиотека УрФУ. – Режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>
- Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ГИС «Энергоэффективность») URL: <http://gisee.ru>
- Министерство энергетики Российской Федерации <https://minenergo.gov.ru/>

Периодические журналы

- Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал «Теплоэнергетика» <http://tepen.ru/>
- Журнал «Известия РАН. Энергетика» <https://sciencejournals.ru/journal/izen/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

2.2.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Турбины тепловых станций и электрогенерирующее оборудование»

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
3	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office
4	Консультации	Учебная аудитория для проведения консультаций	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска	– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office – Договор на предоставление

			<p>аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения</p>	<p>постоянного доступа к сети Интернет</p>
5	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства подключения к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения</p>	<p>– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office – Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет</p>
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.</p>	<p>– Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office</p>