

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ
И.о. начальника ОНО
С.И. Черных
«10» ноября 2024 г.

Учебно-тематический план
по программе переподготовки кадров
«Теплоэнергетика и теплотехника»

Цель обучения: овладение знаниями, умением и навыками, обеспечивающими компетентный подход к решению теплотехнических задач, и дающими право на ведение профессиональной деятельности в сфере теплоэнергетики.

Соответствует квалификационным требованиям:

направление 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
специализация «Тепловые электрические станции»

Результаты обучения:

Знать:

- 31 основные законы технической термодинамики, тепломассообмена и гидравлики.
- 32 теоретические основы методов преобразования энергии.
- 33 тепловые процессы и связанные с ними энергетические взаимодействия и преобразования в технических системах
- 34 требования к установкам производящим электроэнергию и теплоту;
- 35 показатели общей экономичности источников полезной энергии;
- технологические схемы производства электрической и тепловой энергии,
- 36 схемы и конструкции паротурбинных установок ТЭС и АЭС и их вспомогательного оборудования;
- 37 методы оценки основных технико-экономических показателей теплоэнергетических установок;
- 38 основы теории автоматического управления теплоэнергетическими процессами;
- 39 знания в области автоматизации теплоэнергетических процессов;
- 310 основы теории технических измерений параметров технологических процессов;
- 311 основные принципы и нормы защиты окружающей среды от загрязнения выбросами ТЭС;
- 312 источники образования вредных выбросов и стоков в технологическом процессе ТЭС;
- 313 технологии, применяемые на ТЭС для очистки вредных выбросов и сточных вод;
- 314 инженерные мероприятия по защите окружающей среды и рассеиванию выбросов ТЭС;
- 315 санитарные правила хранения отходов технологических процессов ТЭС;
- 316 основные принципы безотходной технологии ТЭС;
- 317 методы и средства контроля за выбросами и сбросами вредных веществ в атмосферу и гидросферу;
- 318 правовые аспекты охраны окружающей среды;
- 319 характерные графики электрических нагрузок и маневренные характеристики основного и вспомогательного оборудования;
- 320 методы надежного и экономичного ведения режимов работы конденсационных энергоблоков;
- 321 особенности режимов работы оборудования ТЭЦ;

- 322 пусковые, остановочные и аварийные режимы работы оборудования;
- 323 условия обеспечения безопасной и безаварийной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ТЭС.
- 324 знать назначение и структуру системы энергоснабжения промышленных предприятий и жилых массивов;
- 325 знать общие приемы системного анализа систем и источников энергоснабжения (СИЭС);
- 326 знать принципы построения СИЭС и перспективы их совершенствования;
- 327 процессы, протекающие во вспомогательном оборудовании ТЭС;
- 328 конструкции вспомогательного оборудования;
- 329 основы расчета и принципы проектирования вспомогательного оборудования.
- 330 методы моделирования и исследования турбин;
- 331 методы оценки надежности, контроля и диагностики турбин;
- 332 методы построения и анализа технико-экономического обоснования выбора параметров и экологических показателей действующих и проектируемых турбин ТЭС и АЭС;
- 333 методы и приемы проектирования, наладки и эксплуатации турбин, отдельных устройств и их комплексов для получения тепловой и электрической энергии;
- 334 методы оптимизации режимов работы турбин и ТЭС в целом;
- 335 технологию производства электроэнергии, основное оборудование электрической части электростанций, регламенты использования электротехнического оборудования, машин, сетей, электроприводов тепломеханического оборудования, устройств защиты и автоматики;
- 336 методы и способы определения энергетической эффективности.
- 337 основные понятия, определения и положения теории надежности ТЭС и их элементов;
- 338 основы математической статистики и теории вероятности, математические методы оценки и расчета показателей надежности теплоэнергетического оборудования;
- 339 общие принципы расчета надежности структурных схем ТЭС;
- 340 методы обеспечения надежности оборудования при проектировании, изготовлении и эксплуатации;
- 341 основные нормативные документы по обеспечению надежности ТЭС

Уметь:

- У1 рассчитывать параметры теплоносителей и рабочих тел энергетических установок и анализировать влияние различных факторов на них;
- У2 определять эффективность теплоэнергетических установок и оборудования.
- У3 определения параметров термодинамических циклов и показателей тепловой экономичности;
- У4 проводить анализ количественного влияния различных факторов на экономичность источников централизованного производства электроэнергии и теплоты;
- У5 производить расчеты тепловых схем электростанций и выбор оборудования;
- У6 рассчитывать теплотехнические параметры;
- У7 рассчитывать параметры технологического процесса и выбора приборов;
- У8 проводить технические измерения на современном производстве;
- У9 Производить выбор оборудования ТЭС с учетом требований по охране окружающей среды;
- У10 производить расчет и выбор оборудования систем очистки выбросов и сбросов на ТЭС;
- У11 производить расчет рассеивания выбросов в окружающей среде и определение экологического ущерба;
- У12 выбрать схему переработки золошлаковых отходов и шламов;
- У13 учитывать перспективы района, прилегающего к территории ТЭС;
- У14 производить расчет и выбор оборудования ТЭС с учетом режимных факторов;
- У15 читать и разрабатывать пусковые схемы ТЭС;
- У16 определять аварийные ситуации на оборудовании ТЭС.
- У17 проектировать СИЭС;
- У18 производить расчет и оптимизацию режимов работы действующих СИЭС;
- У19 разрабатывать предложения по модернизации СИЭС на основе их системного анализа;

У20 разбираться в конструкции современного вспомогательного оборудования ТЭС;
 У21 обоснованно выбрать существующее оборудование;
 У22 произвести поверочный или конструкторский расчет вспомогательного оборудования.
 У23 составлять математические и физические модели для исследования процессов в паровых и газовых турбинах;
 У24 использовать современные средства вычислительной техники для моделирования, анализа, обработки экспериментальных и статистических данных процессов и показателей проектируемых и действующих турбин ТЭС и АЭС и котлов;
 У25 применять методы обоснованного выбора вспомогательного оборудования турбоустановок;
 У26 проверить пригодность и работоспособность основного электрооборудования, электрических аппаратов, сетей и средств защиты;
 У27 разработать схему электрических соединений электроустановки, выбрать основные параметры электропривода, электрической сети, типовые средства защиты оборудования и персонала. Знать условия безопасной работы в электроустановках;
 У28 проверить работоспособность и энергетическую эффективность основного теплоэнергетического оборудования;
 У29 выбирать типовые средства повышения энергетической эффективности;
 У30 проводить энергетические обследования;
 У31 определять возможности повышения эффективности и снижения финансовых затрат на реализацию энергоэффективных решений.
 У32 анализировать факторы, в т.ч. отказы, влияющие на показатели надежности теплоэнергетического оборудования ТЭС;
 У33 рассчитывать показатели надежности при проектировании и по результатам эксплуатации;
 У34 использовать методы и нормативно-техническую документацию для оценки показателей надежности;
 У35 использовать методы и способы повышения надежности;
 У36 оценивать эксплуатационную надежность теплоэнергетического оборудования, работающего в маневренных режимах;
 У37 ставить и решать задачи по эксплуатационной надежности теплоэнергетического оборудования;
 У38 проводить необходимые тепло-, гидро-, механические расчеты и измерения для обоснования режимов эксплуатации, обеспечивающих надежность, безопасность, экономичность работы оборудования ТЭС, а также необходимую экологическую обстановку;
 У39 разрабатывать и вести соответствующую организационную, методическую и техническую документацию.

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных технологий

№	Наименование разделов, дисциплин (модулей) и тем	РО	Кол-во часов	в том числе				Форма аттестации
				ЛК	ЛБ	ПР	СР	
1.	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях	336	40	8	0	4	28	зачет
1.1.	Введение. Топливо-энергетические балансы	У28-У31	5	1				
1.2.	Показатели энергетической эффективности		8	2		1		
1.3.	Учет и контроль энергоресурсов		6	1		1		
1.4.	Энергетические обследования		6	1		1		

1.5.	Комплексы предприятий по энергосбережению на электростанциях и тепловых сетях		5	1		1		
1.6.	Тарифная политика и функционирование рынков энергии		5	1				
1.7.	Экономические механизмы энергосбережения		5	1				
2.	Гидрогазодинамика	31	20	6	0	4		
2.1.	Введение. Пространственное движение жидкости	У1	3	1				
2.2.	Динамика вязкой жидкости		3	1				
2.3.	Основные уравнения и теоремы динамики		6	2		2		
	идеальной и вязкой жидкости							
2.4.	Равновесие жидкости и газа		5	1		2		
2.5.	Одномерные течения вязкой несжимаемой жидкости		3	1				
3.	Теоретические основы теплотехники		50	16	0	4		
3.1.	Первый и второй законы термодинамики		5	2				
3.2.	Термодинамические процессы в реальных газах и парах		8	2		1		
3.3.	Процессы и циклы энергетических установок		8	2		1		
3.4.	Теплопроводность		5	2				
3.5.	Конвективный теплообмен		3	1				
3.6.	Теплообмен излучением		3	1				
3.7.	Теплоотдача при фазовых превращениях		3	1				
3.8.	Теплопередача и теплообменные аппараты		5	1		1		
3.9.	Перспективы эффективного использования теплообменных процессов		5	2				
3.10.	Массообменные процессы		5	2		1		
4.	Автоматизация теплоэнергетических процессов и производств		26	10	0	4		
4.1.	Основы теории автоматического управления	38-310 У6-У8	8	3		1		
4.2.	Системы автоматического и автоматизированного управления		8	3		1		
4.3.	Примеры структурных и функциональных схем САУ на ТЭС		10	4		2		
5.	Котельные установки и парогенераторы	34-35, 311-312 У2, У14	72	20	2	6		
5.1.	Котельная установка - основной объект тепловой электрической станции		5	2				
5.2.	Паровые котлы - основное оборудование котельных установок		3	1				
5.3.	Энергетическое топливо		6	1	2			
5.4.	Горение топлива		3	1				
5.5.	Воздух и продукты сгорания топлива		7	1		2		
5.6.	Слоевое сжигание твердого топлива		7	1		2		

5.7.	Подготовка твердого топлива к факельному сжиганию		3	1				
5.8.	Факельное сжигание твердого топлива		3	1				
5.9.	Пылеугольные топki		3	1				
5.10.	Сжигание газа и мазута		3	1				
5.11.	Топочные экраны и пароперегреватели паровых котлов		3	1				
5.12.	Низкотемпературные поверхности нагрева паровых котлов		3	1				
5.13.	Основные положения теплового расчета паровых котлов		9	2			2	
5.14.	Гидродинамика элементов котла с естественной и принудительной циркуляцией		3	1				
5.15.	Водный режим паровых котлов		5	2				
5.16.	Качество пара		3	1				
5.17.	Аэродинамика газовоздушного тракта котельной установки		3	1				
6.	Турбины тепловых и атомных электрических станций	330-334	72	20	0	8		
6.1.	Общие сведения о турбине и турбинной установке	У23-У25	6	2				
6.2.	Тепловой процесс турбинной ступени		10	2			3	
6.3.	Многоступенчатые паровые турбины		8	2			0	
6.4.	Конструкция и расчет на прочность деталей паровых турбин		14	4			3	
6.5.	Работа турбин при переменных режимах		10	2			2	
6.6.	Турбины для комбинированного производства энергии		6	2				
6.7.	Основы регулирования паровых турбин		6	2			0	
6.8.	Конденсационные устройства паровых турбин		6	2			0	
6.9.	Газотурбинные установки		6	2			0	
7.	Тепловые и атомные электрические станции	33-37	80	22	0	8		
7.1.	Введение. Топливо-энергетические ресурсы	У3-У5	4	1				
7.2.	Потребители электроэнергии и теплоты		4	1				
7.3.	Технологические схемы комбинированного и раздельного производства электроэнергии и теплоты		8	2			2	
7.4.	Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС		8	2			2	
7.5.	Параметры пара на тепловых электростанциях		8	1			2	
7.6.	Регенеративный подогрев питательной воды (РППВ)		4	1				
7.7.	Отпуск теплоты внешним потребителям		4	1				
7.8.	Баланс пара и воды. Восполнение потерь рабочего тела		4	1				
7.9.	Деаэраторные и питательные установки		4	1				

7.10.	Составление и методика расчета принципиальной тепловой схемы паротурбинной электростанции		8	2		2		
7.11.	Режимы работы ТЭС с паротурбинными установками		4	1				
7.12.	Газотурбинные и парогазовые электростанции		4	1				
7.13.	Выбор основного и вспомогательного оборудования		4	1				
7.14.	Полная развернутая тепловая схема электростанции		3	1				
7.15.	Техническое водоснабжение		3	1				
7.16.	Компоновка главного корпуса электростанции. Выбор площадки и генеральный план электростанции		3	1				
7.17.	Перспективы развития технологии производства электроэнергии и теплоты		3	1				
8.	Водоподготовка	329	30	8	4	4	14	зачет
8.1.	Назначение и роль водоподготовки и ВХР в технологической схеме ТЭС и АЭС. Примеси природных вод и показатели качества воды. Физико-химические процессы, протекающие в тракте ТЭС.	У3-У5	8	2		2		
8.2.	Предварительная очистка воды		6	1	2			
8.3.	Обработка воды методом ионного обмена		8	1	2	2		
8.4.	Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ		2	1				
8.5.	Обработка охлаждающей воды		2	1				
8.6.	Термическое обессоливание воды		4	2				
9.	Природоохранные технологии на ТЭС	311-318	22	6	0	4	12	зачет
9.1.	Влияние ТЭС на окружающую среду. Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере и оценка экономического ущерба природе	У9-У13	4	1		1		
9.2.	Массовый выброс золы и золоулавливание на ТЭС, Выбросы окислов серы и способы их снижения.		2	1				
9.3.	Выбросы окислов азота и способы их снижения. Снижение выбросов в атмосферу парниковых газов.		2	1				
9.4.	Современные технологии переработки и использования золошлаковых (ЗШО) и шламовых отходов.		2	1				
9.5.	Выбросы в атмосферу от неорганизованных источников ТЭС. Загрязнение водных бассейнов производственными стоками		6	1		2		
9.6.	Сточные воды ТЭС и схемы их очистки. Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод		6	1		2		

10.	Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций	327-329	60	14	0	8	38	зачет
10.1.	Введение	У20-У22	6	2				
10.2.	Теплообменное оборудование и трубопроводы ТЭС		40	10		6		
10.3.	Нагнетательные аппараты ТЭС		14	2		2		
11.	Электрооборудование электростанций	335 У26-У27	26	8	0	0	18	экзамен
11.1.	Введение. Основное электрооборудование электростанций		5	2				
11.2.	Короткие замыкания в электрических системах		4	1				
11.3.	Электрооборудование распределительных устройств		4	1				
11.4.	Схемы выдачи мощности электростанции		4	1				
11.5.	Собственные нужды электрических станций		4	1				
11.6.	Устройства релейной защиты и автоматики. Системы управления		5	2				
12.	Режимы работы и эксплуатация ТЭС	319-323	46	12	0	4	30	экзамен
12.1.	Маневренность оборудования ТЭС	У14-У16	4	2				
12.2.	Переменные режимы работы оборудования ТЭС		12	4		2		
12.3.	Особенности режимов работы оборудования ТЭЦ		12	2		2		
12.4.	Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС		10	2		1		
12.5.	Эксплуатация оборудования ТЭС		8	2		1		
13.	Системы и источники энергоснабжения	324-326	56	14	0	4	38	экзамен
13.1.	Назначение и структура системы энергоснабжения предприятия	У17-У19	7	2				
13.2.	Системы и источники теплоснабжения		9	4				
13.3.	Внутренние энергоресурсы (ВЭР) и особенности их использования		7	2				
13.4.	Системы и источники производственного пароснабжения		7	2				
13.5.	Общие приемы системного анализа, используемые при проектировании и оптимизации СЭС		13	2		2		
13.6.	Построение систем энергоснабжения и перспективы их совершенствования		13	2		2		
14.	Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС	337-341	18	6	0	2	10	экзамен
14.1.	Основные понятия и определения надежности	У32-У39	2	1				
14.2.	Отказы и повреждения в работе теплоэнергетического оборудования		2	1				
14.3.	Математический аппарат теории надежности		4	1		1		

14.4.	Методы расчета показателей надежности		6	2		1		
14.5.	Обеспечение надежности теплоэнергетического оборудования. Резервирование		4	1				
15	Выпускная квалификационная работа		90				90	защита
	Итого		708	170	6	64	468	