

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Теплоэнергетики (138)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 16 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПАРОГЕНЕРАТОРЫ»

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Современные технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Коваль Татьяна Валерьевна Дата подписания: 09.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Самаркина Екатерина Владимировна Дата подписания: 09.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Сушко Светлана Николаевна Дата подписания: 13.06.2026
--

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Парогенераторы» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способность осуществлять и анализировать технологические процессы	ПКС-1.4
ПКС-5 Способность к сбору и анализу данных, проведению расчетов оборудования при проектировании, модернизации объектов теплоэнергетики с проведением предварительного технико-экономического обоснования	ПКС-5.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.4	Знает основные принципы работы котельных установок разных типов, способы сжигания органических топлив и особенности конструкции котлов при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива. Знает технологические процессы, протекающие в поверхностях нагрева котлов и умеет анализировать влияние изменения процесса в поверхности нагрева на эффективность работы котла. Знает перспективы развития котельных агрегатов	Знать конструкцию паровых и водогрейных котлов, основные профили паровых котлов, характеристики органических топлив, подготовку топлива перед сжиганием, способы передачи тепла в котельных агрегатах, процессы с газовой стороны поверхностей нагрева, внутрикотловую гидродинамику барабанных и прямоточных котлов, водный режим котельных агрегатов, мероприятия по повышению эффективности работы парогенераторов, перспективы развития котельных агрегатов. Уметь разбираться в конструкциях паровых и водогрейных котлов, оценивать влияние характеристик органических топлив на показатели работы котельных агрегатов, анализировать влияние изменения процесса в поверхности нагрева на эффективность работы котла. Владеть навыками анализа влияния характеристик органических топлив на надежность работы паровых и водогрейных котлов, анализа влияния изменений в поверхностях нагрева на изменение эффективности работы котла в целом, поиска информации о

		способах повышения эффективности сжигания органических топлив.
ПКС-5.1	Знает методику проведения теплотехнических расчетов котельных установок. Способен оценивать расход топлива и эффективность работы котельных установок при сжигании органических топлив. Знает нормативные документы по оценке технико-экономических показателей работы котельных установок. Владеет навыками выполнения поверочного теплового расчета котла и способен анализировать его результаты	Знать показатели, характеризующие техническое состояние парогенераторов, методики выполнения теплотехнических расчетов котельных агрегатов, методику расчета теплообмена в поверхностях нагрева котельных агрегатов. Уметь проводить поиск, обработку, анализ исходных данных и выполнять теплотехнические расчеты котельных агрегатов, пользоваться нормативным методом теплового расчета котлов, пользоваться нормативным методом теплового расчета котлов. Владеть методикой составления теплового баланса котла, определения КПД котельного агрегата, расчета расхода топлива, навыками выполнения поверочного теплового расчета котельного агрегата и анализа его результатов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Парогенераторы» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теория горения топлива», «Физика», «Математика», «Введение в профессиональную деятельность», «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика», «Водоподготовка и водно-химический режим энергопредприятий»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Тепловые и атомные электростанции», «Оборудование ТЭС», «Режимы работы энергетических установок», «Эксплуатация парогенераторов», «Природоохранные технологии в теплоэнергетике», «Надежность конструкционных материалов и оборудования в теплоэнергетике», «Экономика и управление энергетическим предприятием», «Проектная деятельность»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость	216	36	180

дисциплины			
Аудиторные занятия, в том числе:	24	2	22
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	18	0	18
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	183	34	149
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовой проект		Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Технологическая схема получения пара на ТЭС	1	1					1	17	Устный опрос
2	Основные профили паровых котлов	2	1					1	17	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Тепловой баланс котельного агрегата	1	1			1, 3	4	1, 2, 3, 4	84	Устный опрос
2	Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева	2	1			2	4	4	15	Устный опрос
3	Внутрикотловая гидродинамика. Водный режим котельного агрегата	3	1			6	2	2, 4	25	Устный опрос
4	Нестационарные	4	1			5	4	2, 4	25	Устный

	процессы в парогенераторах. Общая характеристика современных котельных установок									опрос
	Промежуточная аттестация							9		Экзамен, Курсовой проект
	Всего		4				14		158	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Технологическая схема получения пара на ТЭС	Описание технологической схемы: подача топлива, размол, дробление, подготовка топлива к сжиганию; подача воздуха и удаление дымовых газов; подача воды, обработка воды, принципиальная схема пароводяного тракта котла. Роль парового котла в схемах тепловых и атомных электрических станций; одно-, двух-, трехконтурные схемы АЭС.
2	Основные профили паровых котлов	П-, Т-, U-, N-образные и многоходовые компоновки парогенераторов, достоинства и недостатки; области применения; парогенерирующие поверхности нагрева, методы повышения надежности; пароперегреватели, компоновка, крепление; низкотемпературные поверхности нагрева, выбор компоновки, условия работы; конструкция, крепление, расчет водяных экономайзеров и воздухоподогревателей; тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов атомных электростанций.

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Тепловой баланс котельного агрегата	Задачи, методы и последовательность теплового расчета; полезно используемое тепло в котле; расчетное располагаемое тепло топлива; потери тепла в котле абсолютные и относительные; определение КПД котла брутто и нетто; прямой и обратный балансы котла; условия теплообмена, радиационный теплообмен, расчет топочной камеры.
2	Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева	Конвективный теплообмен, основные уравнения, коэффициенты тепло-отдачи конвекцией, излучением; коэффициенты теплопередачи, загрязнения, тепловой эффективности и использования; шлакующие свойства топлив, механизм образования сыпучих и

		трудноудаляемых отложений на поверхностях топочной камеры; первичное и вторичное шлакования.
3	Внутрикотловая гидродинамика. Водный режим котельного агрегата	Структура и параметры двухфазного потока; силы, действующие на паровой пузырек в потоке; теплогидравлическая разверка и гидродинамика рабочей среды в поверхностях нагрева; температура стенки и рабочего тела по парогенерирующему каналу; гидродинамика контуров естественной циркуляции; анализ надежности естественной циркуляции, расчет простых и сложных контуров; гидродинамика систем с принудительным движением; тепловая разверка, расчетные показатели, методы снижения теплогидравлических разверок. Условия работы поверхностей нагрева; принципы конструирования котельного агрегата; тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчеты котельного агрегата.
4	Нестационарные процессы в парогенераторах. Общая характеристика современных котельных установок	Работа котельного агрегата в режимах отличных от номинального: пониженная производительность, давление и температура питательной воды.; определение статических и динамических характеристик. Эксплуатация котельных агрегатов: пуск и останов котла, обслуживание котла во время работы, обеспечение надежности эксплуатации. Общая характеристика современных котельных установок, их место и роль на промышленных предприятиях. Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет теплового баланса котельного агрегата	2
2	Расчет низкотемпературных поверхностей нагрева	4
3	Расчет топки котельного агрегата	2
4	Расчет пароперегревателя котельного агрегата	4
5	Конструктивные особенности котельных агрегатов	4
6	Расчет кратности циркуляции котлов	2

	барабанных котлов	
--	-------------------	--

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	50
2	Подготовка к практическим занятиям	30
3	Подготовка к экзамену	9
4	Проработка разделов теоретического материала	60

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: презентация с элементами дискуссии, работа в малых группах, обратная связь.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Курсовой проект предназначен для закрепления знаний, полученных при изучении соответствующих курсов. В процессе подготовки курсового проекта студенты более глубоко знакомятся с важнейшими и наиболее сложными проблемами. Курсовой проект способствует развитию системного мышления, логического и четкого изложения своих мыслей при анализе сложных теоретических вопросов, приобретению навыков изучения и анализа литературных источников по существующим проблемам предмета.

Курсовой проект выполняется студентами индивидуально по теме, выданной преподавателем.

Тематика курсового проекта: Поверочный тепловой расчет котельного агрегата.

Основными элементами курсового проекта являются следующие: титульный лист, содержание (оглавление), введение, основная часть, заключение, список использованных источников и литературы, приложение.

Курсовой проект оформляется в соответствии с требованиями стандарта действующего стандарта ИРНИТУ СТО-005-2020.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия предназначены для закрепления теоретических знаний по дисциплине; для приобретения стойких навыков в расчетах основных поверхностей нагрева котельных агрегатов и отдельных элементов котельного оборудования.

Подготовка к практическим занятиям производится, как правило, с использованием методических пособий и состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

для полного усвоения программы дисциплины «Парогенераторы» недостаточно конспектирования лекций и подготовки к аттестации по выполненному конспекту.

Поэтому одним из важных этапов подготовки специалиста является его самостоятельная проработка отдельных разделов теоретического курса, которая заключается в работе с учебной, научной и справочной литературой.

Необходимый перечень учебников и учебных пособий рекомендуется преподавателем на лекционных занятиях. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода). При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций.

Подготовка к практическим занятиям производится самостоятельно, как правило, с использованием методических пособий и состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).

Выполнение курсового проекта является одной из важнейших форм организации самостоятельной работы студентов. Курсовой проект предназначена для закрепления знаний, полученных при изучении соответствующих курсов. В процессе подготовки курсового проекта студенты более глубоко знакомятся с важнейшими и наиболее сложными проблемами. Курсовой проект способствует развитию системного мышления, логического и четкого изложения своих мыслей при анализе сложных теоретических вопросов, приобретению навыков изучения и анализа литературных источников по существующим проблемам предмета.

Студенты выполняют курсовой проект под руководством преподавателя, который выдает задание на работу. В процесс выполнения работы студенты обязаны согласовывать с руководителем план по каждой части работы и используемые литературные источники.

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения. Сама подготовка к экзамену связана не только с «запоминанием», но также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос студентов проводится перед началом лекции, а также вопросы задаются на протяжении всей лекции, чтоб контролировать степень усвоения материала, излагаемого на лекционном занятии.

Критерии оценивания.

Устный опрос оценивается в зависимости от правильности ответов баллами: 90-100% правильных ответов – «отлично», 75-89% – «хорошо», 40-74% – «удовлетворительно»; менее 40% – «не удовлетворительно».

6.1.2 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос студентов проводится перед началом лекции, а также вопросы задаются на протяжении всей лекции, чтоб контролировать степень усвоения материала, излагаемого на лекционном занятии.

Критерии оценивания.

Устный опрос оценивается в зависимости от правильности ответов баллами: 90-100% правильных ответов – «отлично», 75-89% – «хорошо», 40-74% – «удовлетворительно»; менее 40% – «не удовлетворительно».

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-1.4	Демонстрирует знания о способах сжигания органических топлив в котельных агрегатах, конструкциях паровых и водогрейных котлов. Демонстрирует знание технологических процессов, протекающих в поверхностях нагрева котлов; анализирует влияние изменения процесса в поверхности нагрева на изменение в работе котла в целом.	Выполнение практических заданий, выполнение, оформление и защита курсового проекта; устное собеседование по экзаменационным вопросам.
ПКС-5.1	Демонстрирует способность правильно составить тепловой баланс котла, оценить необходимый расход топлива, рассчитать КПД котельного агрегата, выполнить поверочный тепловой расчет котла с анализом его результатов.	Выполнение практических заданий, выполнение, оформление и защита курсового проекта; устное собеседование по экзаменационным вопросам.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студент готовится к ответам посменно в течение 15-20 минут. Затем проводится устное собеседование. При выставлении итоговой оценки экзамена учитываются полнота и правильность ответов на 2 вопроса экзаменационного билета по 5-бальной системе.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
в случае правильных и полных ответов на два вопроса; правильного, но неполного ответа на один из вопросов, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки не принципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя.	в случае правильного и полного ответа на один вопрос и правильного, но неполного ответа на один из вопросов, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки не принципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя.	в случае неверного ответа (отсутствия ответа) на один вопрос и полного ответа на второй вопрос.	в случае неверного ответа (отсутствия ответов) на два вопроса.

6.2.2.2 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Оценка за защиту курсового проекта выставляется на основе ответов на 2 вопроса по расчетам, произведенным в работе, и 2 вопроса по чертежу котла, выполненного на формате А3.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
в случае правильных и полных ответов на четыре вопроса; правильного, но неполного ответа на один из вопросов, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки непринципиальног о характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя.	в случае правильных и полных ответов на три вопроса и правильного, но неполного ответа на один из вопросов, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки непринципиальног о характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя.	в случае неверного ответа (отсутствия ответа) на один вопрос и полного ответа на три вопроса.	в случае неверного ответа (отсутствия ответов) на четыре вопроса.

7 Основная учебная литература

1. Липов Ю. М. Котельные установки и парогенераторы : учеб. для специальности 1005 "Тепловые и электр. станции" / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков, 2005. - 591.

2. Липов Юрий Михайлович. Компоновка и тепловой расчет парового котла : учеб. пособие для вузов по спец. "Тепловые электрические станции" / Юрий Михайлович Липов, Ю.Ф. Самойлов, Т.В. Виленский, 1988. - 208.

3. Сорокина Л. А. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие для вузов по направлению 650800 "Теплоэнергетика" по специальности 100500 "Тепловые электрические станции" / Л. А. Сорокина, В. В. Федчишин, А. Н. Кудряшов, 2002. - 146.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2285.pdf>

4. Коваль Т. В. Котельные установки и парогенераторы : лабораторный практикум / Т. В. Коваль, А. Н. Кудряшов, В. А. Начигин; Иркут. национ. исследоват. техн. ун-т, 2015. - 130.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-33800.pdf>

5. Коваль Т. В. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / Т. В. Коваль, А. Н. Кудряшов, 2022. - 160.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-31794.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Липов Ю. М. Компоновка и тепловой расчет парогенератора : учеб. пособие для энерг. и политехн. учеб. заведений / Ю. М. Липов, Ю. Ф. Самойлов, З. Г. Модель, 1975. - 175.
2. Сидельковский Лазарь Наумович. Котельные установки промышленных предприятий : учеб. для вузов по спец. "Пром. теплоэнергетика" / Лазарь Наумович Сидельковский, В.П. Юренев, 1988. - 528.
3. Котельные установки и парогенераторы. Поверочный тепловой расчет котельного агрегата Е-160-9,8-540 (БКЗ-160-100Ф) на угле Переяславского месторождения : учебное пособие для курсового и дипломного проектирования специальностей 140101 "Тепловые электрические станции" и 140104 "Промышленная теплоэнергетика" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2004. - 91.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2399.pdf>

4. Котельные установки и парогенераторы. Поверочный тепловой расчет котельного агрегата Е-160-9,8-540 (БКЗ-160-100Ф) на угле Переяславского месторождения : учебное пособие для курсового и дипломного проектирования для студентов по направлениям 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т энергетики, Каф. электр. станций, сетей и систем, 2016. - 106.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-1212.pdf>

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008
3. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
4. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
5. Microsoft Office 2003 rus для ВРТНК

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 313963 Образец котла ТПЕ-215

2. "Макет котла БКЗ-420 Ново-Иркутской ТЭЦ"
3. "Макет турбоустановки 200МВт Гусиноозерской ГРЭС"