

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭиТФ
_____ А.Е. Хробостов
«_15_» _____ 06_____ 2021_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.27 «Тепломассообмен в энергетических установках»
для подготовки специалистов

Специальность: 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
(код и наименование направления подготовки)

Специализация: «Проектирование и эксплуатация атомных станций»
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

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

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: АТС
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: АТС
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 216/6
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Зачет, экзамен
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): Хробостов А.Е., к.т.н., доцент; ассистент Рязанов А.В.
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021 год

Рецензент: Мельников В.И., д.т.н., профессор
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 №154 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от «15» июня 2021 г. № 7).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «02» июня 2021 г. № 4).

Заведующий кафедрой «Атомные
и тепловые станции», д.т.н., профессор

(подпись) С.М. Дмитриев

Рабочая программа рекомендована советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «10» июня 2021 г. № 3).

Председатель совета ИЯЭиТФ,
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

(подпись) А.Е. Хробостов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.05.02-а-29

Начальник методического отдела УМУ

(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Кабанина Н.И

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп	6
5. Структура и содержание дисциплины	8
6. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины	10
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
8. Информационное обеспечение дисциплины	18
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз	19
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	21
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

- формирования знаний по физическим основам тепломассообмена с конкретной привязкой общетеоретических положений в элементах и конструкциях энергетического оборудования.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общее представление об основах тепломассообмена в разрезе энергетических контуров атомных и тепловых электростанций;
- научить студента умению использовать теоретические положения и практические выкладки основ тепломассообмена в профессиональной деятельности при проектировании энергетических систем атомных и тепловых электростанций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Тепломассообмен в энергетических установках» включена в перечень базовой части дисциплин и направлена на углубление уровня освоения компетенций ОПК-1, ПКС-5. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются:

«Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Тепломассообмен в энергетических установках» у обучающегося частично формируются компетенции ОПК-1 и ПКС-5, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенции ОПК-1 и ПКС-5

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ОПК-1	Химия											
	Математический анализ											
	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра											
	Обыкновенные дифференциальные уравнения											
	Теория функций комплексного переменного											
	Теория вероятностей и математическая статистика											
	Физика											
	Прикладная физика											

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
	Теоретическая механика											
	Механика жидкости и газа											
	Техническая термодинамика											
	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии											
	Физика специальная (атомная)											
	Механика											
	Математические методы моделирования физических процессов в НИР											
	Электротехника и электроника											
	Тепломассообмен в энергетических установках											
	Ядерная физика											
	Материаловедение											
	Технология конструкционных материалов											
	Водоподготовка											
	Физика ядерных реакторов											
	Электрооборудование электростанций											
	Сварка											
	Ознакомительная практика											
	Научно-исследовательская работа											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											
ПКС-5	Математические методы моделирования физических процессов в НИР											
	Тепломассообмен в энергетических установках											
	Моделирование процессов тепломассопереноса в НИОКР по созданию энергетических установок											
	Метрология, стандартизация, сертификация											
	Учебно-исследовательская работа студента											
	Научно-исследовательская работа											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Общепрофессиональная компетенция ОПК-1 и профессиональная компетенция ПКС-5 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.1 Использует базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.	основные виды тепловых и гидравлических процессов, физические законы и математические закономерности, описывающие их, применительно к объектам использования атомной энергии			Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
	ИОПК-1.2 Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	методы и подходы в выполнении экспериментальных исследований и моделировании теплофизических процессов	проводить оценочные расчеты тепловых процессов, происходящих в энергетическом оборудовании проводить экспериментальные исследования и оценочные расчеты теплогидравлических характеристик в оборудовании	навыками проведения экспериментальных исследований и моделирования тепловых процессов в оборудовании навыками в выполнении расчетов и анализа тепловых характеристик для оценки эффективности энергетического оборудования и систем		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-5 Способен создавать математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках, пользоваться современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных	ИПКС-5.1 Разрабатывает математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках.	основные принципы и математические закономерности, применяемые при описании тепловых процессов	выполнять расчеты теплофизических процессов с использованием справочников, руководяще-технических и нормативных документов	навыками проведения экспериментальных работ по изучению тепловых процессов в реальном оборудовании	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
	ИПКС-5.2 Пользуется современными методами учёта, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчётной информации и экспериментальных данных.	методики выполнения расчета погрешностей и статистической обработки результатов измерений, а также методы визуальной интерпретации результатов эксперимента	проводить эксперименты по изучению теплофизических процессов используя современное исследовательское оборудование	навыками анализа результата экспериментальных и расчетных работ, оценки их достоверности и представительности		

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/02.7 «Руководство инженерно-физическим сопровождением и контролем обеспечения ядерной безопасности, надежности и экономической эффективности в процессе эксплуатации, ремонта, перегрузок и пуска реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), а также ТФ В/02.7 «Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению» (ПС 24.078 «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»), решает следующие профессиональные задачи:

- Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки;
- Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (з.е.) или 216 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 108 часов, самостоятельная работа обучающихся - 81 час (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч		
	Всего	в том числе в 5 семестре	в том числе в 6 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость, ч	216	108	108
1. Контактная работа:	108	53	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	102	51	51
Занятия лекционного типа (Л)	34	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	-	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	-
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	6	2	4
Консультации по дисциплине	4	2	2
Контактная работа по промежуточной аттестации	2	-	2
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	81	55	26
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	25	13	12
Подготовка к лабораторным работам	34	34	-
Подготовка к практическим занятиям	14	-	14
Подготовка к зачёту	8	8	-
3. Контроль (экзамен)	27	-	27

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов					
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Консультации по дисциплине						
5 семестр											
ОПК-1	Введение	2	-	-	-	-	п. 3 табл. 9 РПД	Семинар-диалог	-	-	
ИОПК-1.1	1. Теплопроводность	5	8	8	1	15	п. 1, 2 табл. 9 РПД	Семинар-диалог	-	-	
ИОПК-1.2	2. Конвективный теплообмен при однофазной конвекции	6	8	18	1	15	п. 1, 6 табл. 9 РПД	Семинар-диалог	-	-	
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2	3. Теплоотдача при кипении жидкости	4	6	8	1	15	п. 1, 5 табл. 9 РПД	Семинар-диалог			
6 семестр											
ОПК-1	4. Теплоотдача при конденсации пара	5	2	-	1	12	п. 1, 4 табл. 9 РПД	Семинар-диалог	-	-	
ИОПК-1.1	5. Теплообмен излучением	6	4	-	1	12	п. 2, 6 табл. 9 РПД	Семинар-диалог	-	-	
ИОПК-1.2	6. Теплообменные аппараты	6	4	-	0,5	6	п. 1, 3 табл. 9 РПД	Семинар-диалог	-	-	
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2	7. Основы теплогидравлического расчёта активных зон ядерных реакторов	-	2	-	0,5	6	п. 2, 7 табл. 9 РПД	Семинар-диалог	-	-	
ИТОГО:		34	34	34	6	81	81				

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	1	Основные положения теплопроводности (температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, коэффициент теплопроводности). Гипотеза Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Вывод уравнения. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для нестационарных и стационарных задач теплопроводности. Стационарная теплопроводность в плоской стенке при граничных условиях первого рода и $\lambda=f(t)$. Стационарная теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке при граничных условиях третьего рода. ($q_v=0$). Критический диаметр цилиндрической стенки. Критический диаметр изоляции. Выбор изоляции по ее критическому диаметру.
2	2	Основные положения конвективного теплообмена и течения в однофазной среде. Пограничный слой. Местный и средний коэффициент теплоотдачи. Физические свойства жидкости (газа), существенные для процессов конвективного теплообмена. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Условия однозначности. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Вывод уравнений неразрывности и движения. Метод подобия. Определяющие и определяемые числа подобия в процессах конвективного теплообмена. Динамический и тепловой пограничные слои. Основные допущения теории плоского пограничного слоя. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена в приближении пограничного слоя. Условия однозначности. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена в приближении пограничного слоя при турбулентном течении. Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Формулировка задачи. Характер движения жидкости при свободной конвекции на вертикальной стенке, изменение коэффициента теплоотдачи по высоте. Расчет местной и средней теплоотдачи.
3	3	Пузырьковое кипение. Механизм процесса. Кипение в свободном объеме. Кипение внутри труб и каналов. Отрывной диаметр пузырька. Скорость роста пузырька. Расчет коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объеме. Пленочное кипение. Механизм процесса. Кризисы теплоотдачи при кипении. Критическая плотность теплового потока.
4	4	Механизм конденсации чистых паров и паров в присутствии неконденсирующихся газов. Теплообмен при пленочной конденсации движущегося пара на горизонтальных одиночных трубах и пучках труб. Теплообмен при капельной конденсации
5	5	Основные законы теплового излучения. Теплообмен излучением в реальных газах и парах.
6	6	Классификация теплообменных аппаратов. Методика теплогидравлического расчета теплообменного аппарата.
7	7	Цели, задачи и особенности теплогидравлического расчета. Методика теплогидравлического расчета активных зон ядерных реакторов.

Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена
1.	Цели и задачи тепловых расчетов. Теплоотдача, теплопередача. Массообмен. Тепло массообмен. Теплоотдача, теплопередача. Массообмен.
2.	Теплопроводность. Конвекция. Теплообмен излучением.
3.	Температурное поле. Тепловой поток, закон Фурье. Коэффициент теплопроводности различных материалов.
4.	Уравнение теплопроводности. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Краевые условия.
5.	Теплопроводность при стационарном режиме через цилиндрическую стенку, через плоскую стенку, сферическую стенку.
6.	Критический диаметр теплоизоляции трубопроводов.
7.	Теплопроводность при наличии слоев различных материалов. Оребрение стенок теплообменных поверхностей.
8.	Теплопроводность при наличии внутренних источников тепла.
9.	Теплопроводность при нестационарных режимах. Общее решение уравнений одномерной теплопроводности. теплопроводность неограниченной плоской стенки.
10.	Теплопроводность в неограниченных телах.
11.	Теплопроводность тела ограниченных размеров.
12.	Конвективный теплообмен при однофазной конвекции. Основные понятия и определения.
13.	Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
14.	Уравнения конвективного теплообмена, условия однозначности.
15.	Уравнение сплошности
16.	Уравнение движения.
17.	Уравнение энергии.
18.	Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена.
19.	Основные критерии подобия и критериальные уравнения.
20.	Условия подобия теплофизических процессов.
21.	Методы анализа размерностей.
22.	Методы экспериментального определения коэффициентов теплоотдачи.
23.	Теплоотдача при вынужденном течении теплоносителей в трубах.
24.	Теплоотдача при течении в гладких трубах круглого поперечного сечения.
25.	Теплоотдача при вынужденном продольном обтекании труб и пучков труб.
26.	Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании труб и пучков труб.
27.	Особенности теплоотдачи в жидких металлах.
28.	Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме.
29.	Теплоотдача при свободном движении в ограниченном объеме.
30.	Теплоотдача при пузырьковом кипении жидкости в большом объеме.
31.	Пленочная конденсация на вертикальной поверхности. Режимы течения пленки конденсата. Число Рейнольдса пленки.
32.	Пленочная и капельная конденсация. Термическое сопротивление при конденсации.
33.	Теория Нуссельта пленочной конденсации.
34.	Турбулентное течение плёнки конденсата – расчет коэффициента теплоотдачи (формула Д.А. Лабунцова)
35.	Интенсификация теплоотдачи при пленочной конденсации.
36.	Природа излучения. Тепловое излучение. Спектры излучения твердого тела и газов.
37.	Классификация потоков излучения.
38.	Спектральные и интегральные характеристики излучения тел: поглощательная, отражательная, пропускательная способности, степень черноты.
39.	Абсолютно черное тело. Серое, белое, зеркальное тела. Излучение реальных тел. Приближение серого тела.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 25 декабря 2014 года (СМК-ПВД-7.5-11.4-12-14).

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Тепломассообмен в энергетических установках» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения общепрофессиональной компетенции ОПК-1 и профессиональной компетенции ПКС-5, с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ОПК-1 и ПКС-5 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения	
		Оценка «не зачтено»	Оценка «зачтено»
5 семестр			
ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.1. Использует базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.	Студент показывает незнание или поверхностные знания и непонимание процессов передачи теплоты, протекающих в основном оборудовании атомных электрических станций.	Студент знает и правильно понимает процессы передачи теплоты, протекающие в основном оборудовании атомных электрических станциях.
	ИОПК-1.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Студент не освоил типовую методику теоретического и экспериментального исследования тепловых процессов в основном оборудовании атомных электрических станций.	Студент уверенно знает методику теоретического и экспериментального исследования тепловых процессов в основном оборудовании атомных электрических станций.
ПКС-5 Способен создавать математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках, пользоваться современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных	ИПКС-5.1. Разрабатывает математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках.	Студент показывает неумение или слабо развитые навыки разработки математических моделей процессов передачи теплоты, протекающих в основном оборудовании атомных электрических станциях, а также экспериментальных стендах и установках.	Студент способен разрабатывать математические модели процессов передачи теплоты, протекающих в основном оборудовании атомных электрических станциях, а также экспериментальных стендах и установках.
	ИПКС-5.2. Пользуется современными методами учёта, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчётной информации и экспериментальных данных.	Студент не умеет пользоваться современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных.	Студент уверенно пользуется современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
6 семестр					
ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.1. Использует базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.	Студент показывает незнание или поверхностные знания и непонимание процессов передачи теплоты, протекающих в основном оборудовании атомных электрических станций; допускает грубые ошибки в идентификации тепловых процессов; не владеет навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками	Студент показывает фрагментарные знания лекционного курса. частично знает и понимает процессы передачи теплоты, протекающие в основном оборудовании атомных электрических станций; не всегда верно Идентифицирует тепловые процессы.	Студент знает материал на достаточно хорошем уровне, обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения.	Студент демонстрирует глубокие знания и понимание всего материала.
	ИОПК-1.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Студент не освоил типовую методику теоретического и экспериментального исследования тепловых процессов в основном оборудовании атомных электрических станций.	Студент частично знает, но не всегда может грамотно применить типовую методику теоретического и экспериментального исследования тепловых процессов в основном оборудовании атомных электрических станций.	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения.	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара
ПКС-5 Способен создавать математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках, пользоваться современными методами учета, оценки погрешностей и	ИПКС-5.1. Разрабатывает математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках.	Студент показывает неумение или слабо развитые навыки создания математических моделей процессов передачи теплоты, протекающих в основном оборудовании атомных электрических станциях, а также экспериментальных стендах и установках.	Студент показывает фрагментарные навыки создания математических моделей процессов передачи теплоты, протекающих в основном оборудовании атомных электрических станциях, а также экспериментальных стендах и установках.	Студент знает материал на достаточно хорошем уровне, обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения.	Студент демонстрирует глубокие знания и понимание всего материала.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных	ИПКС-5.2. Пользуется современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных.	Студент не умеет пользоваться современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных.	Студент частично знает, но не всегда может грамотно применить современные методы учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных.	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями и выполняли практические задания, включая обязательное присутствие на коллоквиуме.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всесторонние систематические и глубокие знания материалов изученной дисциплины, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Таблица 9 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	Дмитриев С.М., Хробостов А.Е.. Краткий курс тепломассообмена: учеб. Пособие / С.М. Дмитриев, А.Е. Хробостов; НГТУ. – 2-е изд., испр. – Н. Новгород, 2012. – 144 с.	120
2.	Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Издание третье, переработанное и дополненное / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел; Энергия. – 3-е изд., испр., - Москва, 1975. – 488 с.	1
3.	Брханов О.Н. Тепломассообмен: Учеб. Пособие / О.Н. Брханов, С.Н. Шевченко. – М.:	1

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	Изд-во Ассоц.строит.вузов, 2005. – 460	
4.	Цветков, Ф.Ф. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов / Ф.Ф. Цветков. - М.: ИД МЭИ, 2005. - 550 с.	10
5.	Луканин В.Н. Теплотехника: Учебник / В.Н. Луканин [и др.]; Под ред. В.Н. Луканина. – 5-е изд., стер. – М.: Высш.шк., 2005. -671 с.	21
6.	Александров А.А. Теплотехника: Учебник / А.А. Александров [и др.]; Под общ.ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 792 с.	7
7.	Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники: Учеб.пособие / В.И. Ляшков. – М.: Высш. Шк., 2008. -319 с.	8
2. Дополнительная литература		
8.	Юркинский В.П. Теплофизика. Сборник задач по тепломасопереносу: Учеб. Пособие / В.П. Юркинский; с.-Петерб. гос. политехн. ун-т. –СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2012. - 130 с.	4
9.	Ерофеев В.Л. Теплотехника: Учебник / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин; Под. ред. В.Л. Ерофеева. – М.: Академкнига. 2008. – 488 с.	35
10.	Прибытков И.А. Теоретические основы теплотехники: Учебник / И.А. Прибытков, И.А. Левицкий; Под. ред. И.А. Прибыткова. – М.: Академия, 2004. – 464 с	50
11.	Кирсанов Ю.А. Циклические тепловые процессы и теория теплопроводности в регенеративных воздухоподогревателях / Ю.А. Кирсанов. – М.: Физматлит, 2007. -240 с	1

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 10 – Список справочно-библиографической и научной литературы

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
1. Справочно-библиографическая литература		
1.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 1; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2010. – 776 с.	12
2.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 2; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2013. – 688 с.	17
3.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 3; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2014. – 688 с.	28
4.	В.П. Бобков, А.И. Блохин, В.Н. Румянцев, В.А. Соловьев, В.П. Тарасиков. Справочник по свойствам материалов для перспективных реакторных технологий. Том 3. Свойства поглотителей нейтронов. Книга 1. Поглощающие материалы на основе бора и его соединений; под общ. ред. В.М. Поплавского. – М.: ИздАТ, 2013. – 632 с.	9
5.	Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник / С.Л. Ривкин, А.А. Александров. – М.: Энергоатомиздат, 1984, 80 с. с ил.	
2. Научная литература		
6.	«Атомная энергия». Научно-технический журнал. – М.: НКО «Редакция журнала «Атомная энергия» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): j-atomicenergy.ru	1 раз в месяц
7.	«Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): http://vant.iterru.ru/vant.html	4 раза в год
8.	«Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, Science Citation Index, INIS Atomindex, перечни ВАК и РИНЦ): http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331	5 раз в год
9.	«Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». Научно-технический журнал. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Ulrich's Periodical Directory, перечни ВАК и РИНЦ): https://nuclear-power-engineering.ru	4 раза в год

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;

- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;

- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки

ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

8.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.ntu.ru/sveden/accenv/>.

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Тепломассообмен в энергетических установках» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 12.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	<u>5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	-
2.	<u>5213</u> Центр расчетных исследований и вычислительного моделирования гидродинамических и теплофизических процессов для самостоятельной работы	• Компактный суперкомпьютер Cray CX1 с оперативной памятью 384 Гб и производительностью 10^{12} операций в секунду. • 3D-принтер DESIGNERPRO250	OC Windows Server 2008, ANSYS 14.0 Academic Research 5 tasks, HPC – 84 tasks, license customer #602402, академическая лицензия, бессрочная.
3.	Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы	• Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50. • Ресиверная емкость. • Инвертор. • Газоанализатор. • Газовый расходомер. • Набор пневмометрических зондов. • КИП. • ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400. • Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ. • Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смещения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.	• OC Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная. • LabVIEW 7.1, National Instruments, S/N G12X21084, корпоративная университетская лицензия, бессрочная. • OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО • Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, https://get.adobe.com/reader, бесплатное ПО. • Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.
4.	<u>5214</u> Информационно - образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 Гб) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	• OC Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная. • Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная. • OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО. • Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, https://get.adobe.com/reader, бесплатное ПО. • Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО. • T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО. • MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ОПК-1 и ПКС-5.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;
- работа на семинарах и коллоквиуме.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (семинары, коллоквиум, работа в малых группах);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенций ОПК-1 и ПКС-5 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях и коллоквиуме (уметь, владеть);
- при обсуждении докладов и выступлений на семинарах (знать, уметь).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на семинарских занятиях - семинары – диалоги;
- на практических занятиях – работа в малых группах, коллоквиумы.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенций ОПК-1 и ПКС-5. Структура содержания лекций предусматривает введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины. Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих

проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям, коллоквиуму и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала и как форма групповых практических занятий применяются для коллективной проработки (изучения) тем, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки, и при этом являющихся наиболее трудными для индивидуального понимания и усвоения. Семинар включает:

- краткое вступительное слово преподавателя (2–3 минуты), в котором определяются целенаправленность всего занятия, его актуальность, узловые проблемы, связь с предшествующей темой, целевая установка;

- обсуждение вопросов семинара, в том числе: выступления по основному вопросу; вопросы к выступающему; анализ теоретических и методических достоинств и недостатков выступления, дополнения и замечания по нему; заключительное слово основного выступающего в связи с замечаниями и дополнениями со стороны студентов;

- заключительное слово преподавателя (подведение итогов, краткая оценка уровня обсуждения вопросов в целом, сильные и слабые стороны выступлений).

Успех семинара зависит от качества подготовки к нему как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов. Основным методическим документом при подготовке студентов к данному семинару является его план, разработанный преподавателем.

11.4 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

11.5. Методические указания по освоению дисциплины на коллоквиуме

Коллоквиум проводится для выяснения уровня усвоения студентами знаний, овладения умениями и навыками по разделу 6 данной дисциплины. Он обеспечивает формирование компонентов «уметь» и «владеть» компетенций ОПК-1 и ПКС-5 и проводится в письменной форме, когда проверка знаний студентов осуществляется в виде письменного изложения ими развернутых ответов на практические вопросы. На коллоквиуме преподаватель в процессе проверки письменных ответов и при необходимости индивидуального собеседования выясняет уровень усвоения материала. Это позволяет вносить коррективы в лекционный курс и практические занятия.

11.6. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа студентов обеспечивает их подготовку аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6 настоящей РПД.

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 12. В этих аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к

ЭИОС и ЭБС, где в электронном виде располагаются необходимые учебные и учебно-методические материалы.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей РПД.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Тепломассообмен в энергетических установках», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования «Проектирование и эксплуатация атомных станций» по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

(квалификация выпускника «бакалавр»), разработанную кафедрой «Атомные и тепловые станции» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Учебная дисциплина «Тепломассообмен в энергетических установках» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются общепрофессиональная компетенция ОПК-1 и профессиональная компетенция ПКС-5, прописанная в учебном плане по направлению подготовки 14.03.01 "Ядерная энергетика и теплофизика". При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа».

В процессе изучения учебной дисциплины «Тепломассообмен в энергетических установках» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на ознакомительной и проектной практиках и при выполнении научно-исследовательской работы, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Тепломассообмен в энергетических установках», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность тепловых процессов, происходящих в основном оборудовании атомных электрических станций. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Тепломассообмен в энергетических установках» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Наибольшую значимость для студентов придаст привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины научных сотрудников научно-исследовательской лаборатории теплогидравлики ядерных энергетических установок нового поколения, являющейся молодёжной лабораторией мирового уровня в области атомной энергетики, располагающая многопрофильным коллективом, собственной исследовательской и экспериментальной базой.

Рецензент, профессор кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки», д.т.н., профессор

В.И. Мельников

(подпись)

«__» _____ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭиТФ

« ____ » _____ 20 ____ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.Б.27 «Тепломассообмен в энергетических установках»

(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

(код и наименование направления подготовки)

Направленность: «Проектирование и эксплуатация атомных станций»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: _____

Курс: _____

Семестр: _____

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) ;
- 2)

Разработчик(и) РПД,
доцент кафедры «Атомные и тепловые станции»,
к.т.н., доцент

_____ А.Е. Хробостов
(подпись)

ассистент кафедры «Атомные и тепловые станции»,

_____ А.В. Рязанов
(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

« ____ » _____ 20 ____ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой «Атомные
и тепловые станции»

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой
«Атомные и тепловые станции»

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Методический отдел УМУ

_____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

« ____ » _____ 20 ____ г.