

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Парогенераторы и теплообменники атомных станций

**Код модуля**  
1156182(0)

**Модуль**  
Тепломеханическое оборудование АЭС

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ташлыков Олег Леонидович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	атомные станции и возобновляемые источники энергии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Ташлыков Олег Леонидович, Доцент, атомные станции и возобновляемые источники энергии

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Парогенераторы и теплообменники атомных станций

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	8	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	3
		Домашняя работа	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Парогенераторы и теплообменники атомных станций

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта	3-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов 3-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов	Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

<p>ПК-4 -Способен проектировать составе рабочей группы элементы оборудования и технологических систем объектов использования атомной энергии с учетом требований ядерной, радиационной, пожарной, промышленной и экологической безопасности и с использованием современных информационных технологий</p>	<p>З-9 - Изложить порядок и методы теплового, гидравлического и прочностного расчета парогенераторов и теплообменников атомных станций  П-3 - Иметь практический опыт теплогидравлических и прочностных расчетов теплообменного оборудования атомных станций  У-9 - Выполнять теплогидравлические и прочностные расчеты узлов и элементов теплообменного оборудования с использованием современных методик и средств автоматизированного проектирования</p>	<p>Контрольная работа № 2  Контрольная работа № 3  Курсовой проект  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
<p>ПК-6 -Способен в составе рабочей группы организовывать безопасную и экономичную эксплуатацию реакторной установки или оборудования и технологических систем блока атомной электростанции, в том числе проводить нейтронно-физические, теплогидравлические расчеты, анализировать технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты АС</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать готовность соблюдать принципы культуры безопасности при эксплуатации систем и оборудования атомных станций  З-1 - Описывать технологический процесс производства тепловой и электрической энергии на атомных станциях  З-13 - Характеризовать методы расчета и рациональной организации тепловых процессов в оборудовании и технологических системах атомных станций  З-2 - Характеризовать тепловые схемы атомных станций с разными типами реакторов  З-4 - Описывать конструкции и технические характеристики парогенераторов и теплообменного оборудования атомных станций с разными типами реакторов  У-3 - Анализировать теплогидравлические процессы, происходящие в парогенераторах и</p>	<p>Домашняя работа  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Контрольная работа № 3  Курсовой проект  Лабораторные занятия  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

	теплообменном оборудовании атомных станций У-9 - Проводить физические, теплофизические, и теплогидравлические расчеты и измерения для обоснования и контроля режимов эксплуатации ядерных энергоблоков	
--	---	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	7,10	40
<i>контрольная работа 1</i>	7,5	30
<i>контрольная работа 2</i>	7,14	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.20</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение практических работ</i>	7,9	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.20</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	7,17	100

<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа</i>	8,6	50
<i>активность на занятии</i>	8,17	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение практических работ 1 п/с</i>	8,8	50
<i>Выполнение практических работ 2 п/с</i>	8,17	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение расчета	8,14	60
Выполнение графической документации	8,17	40
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.6</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.4</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения

	обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата



## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практически/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Тепловые схемы одно-, двух- и трехконтурных АЭС
  2. Конструкционные схемы парогенераторов и теплообменного оборудования АЭС
  3. Конструкции парогенераторов с натриевым обогревом
  4. Конструкции парогенераторов с обогревом водой под давлением
  5. Физико-химические процессы, протекающие в парогенераторах
  6. Загрязнение поверхности теплообменных трубок ПГ
  7. Теплообмен в парогенераторах при движении однофазных сред
  8. Теплообмен в парогенераторах при кипении
  9. Теплообмен при течении жидких металлов
  10. Гидродинамические процессы в парогенераторах
  11. Гидродинамические сопротивления при движении однофазного потока
  12. Режимы течения и гидродинамическое сопротивление при движении двухфазного потока
  13. Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена
  14. Теплогидравлические исследования ПГ при эксплуатации
  15. Закономерности перехода примесей в пар
  16. Водный режим парогенераторов АЭС
  17. Пуск парогенератора с натриевым теплоносителем
  18. Плановый останов парогенератора с натриевым теплоносителем
  19. Химическая промывка ПГ
  20. Аварийные режимы работы парогенератора с натриевым теплоносителем
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Изучение конструкций парогенераторов АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами
  2. Изучение конструкций парогенераторов АЭС с реакторами на быстрых нейтронах
  3. Изучение конструкций теплообменных аппаратов АЭС
  4. Изучение переходных и аварийных режимов парогенераторов АЭС с реакторами на быстрых нейтронах
  5. Изучение механизмов повреждаемости парогенераторов и теплообменников АЭС
- LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Контрольная работа № 1**

Примерный перечень тем

1. : Тепловые схемы АЭС, конструкции парогенераторов и теплообменников АЭС

Примерные задания

1. Начертить принципиальную одноконтурную тепловую схему АЭС. Назвать основные элементы
2. Начертить принципиальную двухконтурную тепловую схему АЭС. Назвать основные элементы
3. Какие способы ввода теплообменной поверхности в корпус используют в ПГ АЭС?
4. Какие способы компенсации температурных расширений используют в ПГ АЭС?

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Контрольная работа № 2**

Примерный перечень тем

1. Тепловые и гидродинамические процессы в парогенераторах АЭС

Примерные задания

1. Какие физико-химические процессы протекают в ПГ АЭС?
2. Напишите формулу для расчета коэффициента теплоотдачи при течении однофазной среды в трубе.
3. Напишите уравнения для расчета потерь на трение и местные сопротивления при течении однофазного потока в трубе.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.3. Контрольная работа № 3**

Примерный перечень тем

1. Теплообмен в парогенераторах АЭС

Примерные задания

1. Рассчитайте тепловую мощность экономайзерного и испарительного участков ПГ, вырабатывающего насыщенный пар при давлении 6,0 МПа. Паропроизводительность 200 кг/с. Температура питательной воды – 100 °С. Падением давления по тракту ПГ пренебречь.
2. Как можно уменьшить требуемую поверхность теплопередачи ПГ?

LMS-платформа – не предусмотрена

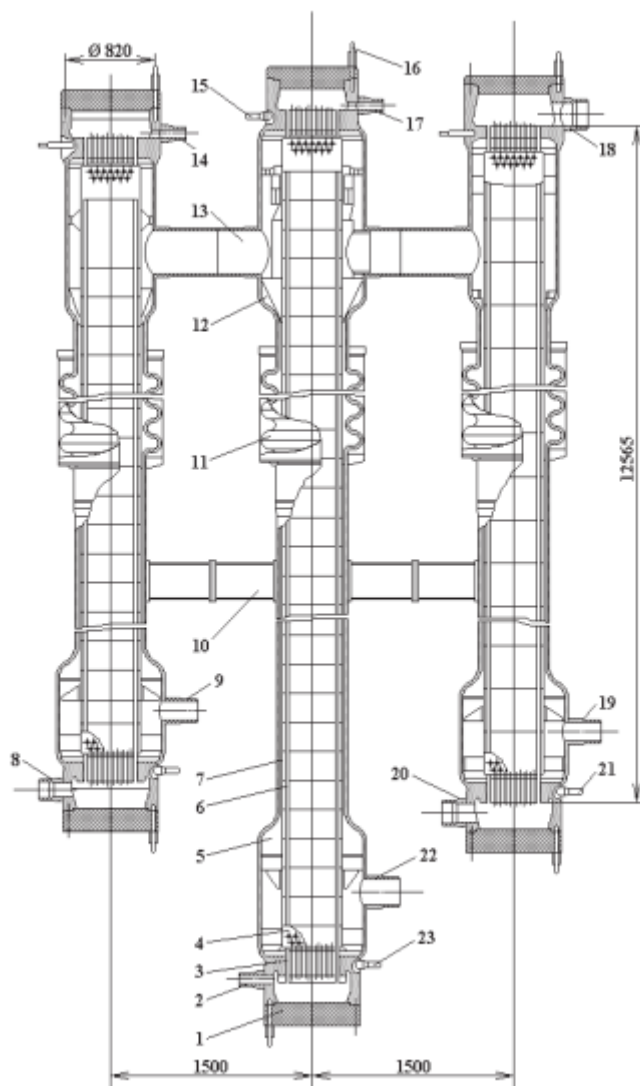
#### **5.2.4. Домашняя работа**

Примерный перечень тем

1. Конструкции парогенераторов АЭС

## Примерные задания

Назвать конструкционные элементы парогенератора, обозначенные на рисунке. Описать их назначение.



LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Тепловая схема АЭС с реактором типа РБМК
2. Тепловая схема АЭС с реактором типа ВВЭР
3. Тепловая схема АЭС с реактором типа БН
4. Требования к парогенераторам АЭС
5. Способы компенсации температурных расширений элементов ПГ
6. Использование воды и тяжелой воды в качестве теплоносителя АЭС
7. Конструкционные схемы ПГ, обогреваемых водным теплоносителем (горизонтальные и вертикальные)
8. Особенности гидродинамики и теплообмена в ПГ

9. Влияние процессов, протекающих в ПГ на надежность и экономичность основного оборудования АЭС
  10. Основные закономерности безнапорного движения пароводяной смеси
  11. Температурный режим поверхностей теплообмена
  12. Гидравлическая и тепловая неравномерность. Методы предотвращения тепловой разверки
  13. Тепловые и гидродинамические условия работы испарительных поверхностей теплообмена с принудительным движением рабочего тела
  14. Испарительные поверхности с естественной циркуляцией. Основные характеристики контура циркуляции.
  15. Требования к чистоте пара. Методы получения чистого пара
  16. Переход примесей из воды в пар Растворимость веществ в паре. Механический унос примесей с насыщенным паром
  17. Водный режим прямоточных парогенераторов
  18. Водный режим парогенераторов с многократной циркуляцией
  19. Конструкционные схемы ПГ, обогреваемых натриевым теплоносителем, типа ПГН-200М
  20.  $t, Q$  – диаграмма ПГ, вырабатывающего перегретый пар, со свинцовым теплоносителем
  21.  $t, Q$  – диаграмма ПГ, вырабатывающего перегретый пар и пар промежуточного перегрева, с натриевым теплоносителем
  22. Теплообмен при продольном и поперечном омывании поверхности теплообмена однофазными средами
  23. Теплообмен при конденсации пара внутри труб и в межтрубном пространстве
  24. Теплообмен при кипении воды при вынужденном течении и многократной циркуляции (естественной и принудительной)
  25. Сопротивление движению однофазного потока в поверхностях теплообмена
  26. Характеристики двухфазного потока
  27. Режимы течения и гидравлическое сопротивление при движении двухфазного потока
  28. Определение тепловой мощности участков парогенератора
  29. Определение расхода теплоносителя через парогенератор
  30. Выбор скорости рабочего тела на входе в парогенератор и определение числа теплопередающих труб
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Курсовой проект

Примерный перечень тем

1. Теплогидравлический расчет парогенератора, обогреваемого натрием

### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
---	---------------------------------	--	-------------	---------------------	----------------------------------

Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология проектного образования Технология самостоятельной работы	ПК-4	П-3	Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Курсовой проект Практические/семинарские занятия
-----------------------------	---------------------------------	---	------	-----	---