

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Бурковский А.В.
«31» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

**«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование
электростанций»**

**Направление подготовки 13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И
ТЕПЛОТЕХНИКА**

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

/Хрипунов К.Г./

Заведующий кафедрой
Теоретической и
промышленной
теплоэнергетики

/Бараков А.В./

Руководитель ОПОП

/Кожухов Н.Н./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Получение знаний студентами о состоянии и перспективах развития тепломеханического и вспомогательного оборудования, которое обеспечивает надежную, безопасную и экономичную эксплуатацию электрических станций.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение вопросов теории, расчета, проектирования и эксплуатации тепломеханического и вспомогательного оборудования электрических станций, а также ознакомление с тепловыми схемами и технико-экономическими показателями тепловых электростанций.

Приобретение умений и навыков в проведении тепловых расчетов в решении практических задач, связанных с процессами, протекающими в теплотехническом оборудовании электростанций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

ПК-2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать основные законы термодинамики, гидрогазодинамики, тепломассопереноса
	Уметь применять знание базовых физических законов к процессам, протекающим в основных элементах тепловых схем и теплотехническом оборудовании
	Владеть методами математического анализа и

	моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-1	Знать основную нормативную документацию по проектированию энергообъектов
	Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные
	Владеть методиками и математическим аппаратом проектирования энергообъектов
ПК-2	Знать основные характеристики проектируемого технологического оборудования
	уметь проводить расчеты по типовым методикам проектирования
	Владеть методиками проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	126	54	72
В том числе:			
Лекции	54	18	36
Практические занятия (ПЗ)	42	18	24
Лабораторные работы (ЛР)	30	18	12
Самостоятельная работа	162	90	72
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	324	144	180
зач.ед.	9	4	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	10
Аудиторные занятия (всего)	36	18	18
В том числе:			
Лекции	14	6	8
Практические занятия (ПЗ)	12	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	10	6	4

Самостоятельная работа	275	122	153
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	324	144	180
зач.ед.	9	4	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика энергетики России. Техничко-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии	Топливо-энергетический комплекс России. Энергетические ресурсы и электрификация. Электрические станции и энергосистемы. ЕЭС России. Электрическое и тепловое потребление. Теплоснабжение и теплофикация. Классификация электростанций и их организационная структура. Тепловая экономичность и энергетические показатели теплоэлектроцентрали. Тепловой баланс ТЭЦ. Сравнение тепловой экономичности энергетических установок. Капитальные затраты. Годовые энергетические показатели. КПД электростанций. Коэффициенты теплофикации ТЭЦ. Методики расчета оптимальных значений коэффициента теплофикации. Характеристика потребителей теплоты. Схемы отпуска пара. Редукционно-охладительные установки. Системы теплоснабжения. Схемы подогрева сетевой воды. Сетевые подогреватели и пиковые водогрейные котлы. Потери пара и конденсата. Водно-химический режим и водоподготовка Коэффициенты использования установленной мощности и надежности оборудования. Себестоимость энергии и расчетные затраты	10	6	6	26	48
2	Принципиальные схемы тепловых электростанций. Тепломеханическое оборудование электростанций и компоновка главного корпуса	Типы тепловых электростанций. Технологическая схема и управление электростанций. Основные технические и экономические требования к ТЭС. Принципиальные схемы паротурбинных ТЭС. Начальные и конечные параметры пара. Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды. Методы расчета тепловых схем. Тепловая экономичность и энергетические показатели	10	6	6	26	48

		конденсационной электростанции. Тепловой баланс КЭС Распределение регенеративного подогрева воды на турбоустановках с промежуточным перегревом пара и без него. Пристройки и надстройки существующих станций. Схемы газотурбинных и парогазовых электростанций. Основные факторы, определяющие выбор оборудования. Расчет мощности станции. Выбор типа и числа турбин, котлов, подогревателей и насосов. Схемы и системы трубопроводных связей. Компоновка главного корпуса. Конструктивные особенности промышленных ТЭЦ					
3	Вспомогательное оборудование тепловых электростанций	Насосное оборудование. Типы применяемых насосных агрегатов и их назначение. Циркуляционные, питательные и сетевые насосы. Характеристики насосного оборудования. Подогреватели: основное назначение и характеристики Фильтры: назначение, места установки и основные характеристики. Деаэраторы: назначение, принцип действия.	10	6	6	26	48
4	Генеральный план электростанции. Основные системы. Общие вопросы системного подхода к проектированию тепловых электростанций	Требования к расположению станции. Состав электростанции. Схема генерального плана. Системы водоснабжения промышленных электростанций. Топливное хозяйство станции. Шлакоудаление, очистка дымовых газов, отвод их в атмосферу. Выбор площадки для строительства. Генеральный план. Главный корпус электростанции. Вспомогательные сооружения электро-станции. Конструктивные элементы и специальные конструкции. Организация строительства тепловых электростанций. Строительная база. Периоды строительства. Схемы и графики производства работ	8	8	4	28	48
5	Эксплуатация тепломеханического и вспомогательного оборудования электростанций	Задачи эксплуатации. Режимы совместной работы агрегатов и блоков. Пусковые режимы. Ремонт оборудования. Организация эксплуатации станции. Диспетчерская дисциплина. Регулирование работы электростанций в энергосистемах. Технический учет, планирование и наладка режимов. Организация переключений в тепловых схемах электростанций. Особенности эксплуатации в период пуско-наладочных испытаний Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. Правила техники безопасности и	8	8	4	28	48

		пожарной безопасности					
6	Перспективы развития тепловых электростанций и энергосистем	Основные направления совершенствования ТЭС. Атомные электростанции, газотурбинные, парогазовые, МГД-установки. Перспективы развития энергосистемы России. Экономическое и организационное совершенствование энергетики	8	8	4	28	48
Итого			54	42	30	162	288

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика энергетики России. Техничко-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии	Топливо-энергетический комплекс России. Энергетические ресурсы и электрификация. Электрические станции и энергосистемы. ЕЭС России. Электрическое и тепловое потребление. Теплоснабжение и теплофикация. Классификация электростанций и их организационная структура. Тепловая экономичность и энергетические показатели теплоэлектроцентрали. Тепловой баланс ТЭЦ. Сравнение тепловой экономичности энергетических установок. Капитальные затраты. Годовые энергетические показатели. КПД электростанций. Коэффициенты теплофикации ТЭЦ. Методики расчета оптимальных значений коэффициента теплофикации. Характеристика потребителей теплоты. Схемы отпуска пара. Редукционно-охладительные установки. Системы теплоснабжения. Схемы подогрева сетевой воды. Сетевые подогреватели и пиковые водогрейные котлы. Потери пара и конденсата. Водно-химический режим и водоподготовка Коэффициенты использования установленной мощности и надежности оборудования. Себестоимость энергии и расчетные затраты	4	2	2	46	54
2	Принципиальные схемы тепловых электростанций. Тепломеханическое оборудование электростанций и компоновка главного корпуса	Типы тепловых электростанций. Технологическая схема и управление электростанцией. Основные техничекие и экономические требования к ТЭС. Принципиальные схемы паротурбинных ТЭС. Начальные и конечные параметры пара. Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды. Методы расчета тепловых схем. Тепловая экономичность и энергетические показатели конденсационной электростанции. Тепловой баланс КЭС Распределение регенеративного подогрева воды на турбоустановках с промежуточным перегревом пара и без него. Пристройки и надстройки существующих станций. Схемы	2	2	2	46	52

		газотурбинных и парогазовых электростанций. Основные факторы, определяющие выбор оборудования. Расчет мощности станции. Выбор типа и числа турбин, котлов, подогревателей и насосов. Схемы и системы трубопроводных связей. Компоновка главного корпуса. Конструктивные особенности промышленных ТЭЦ					
3	Вспомогательное оборудование тепловых электростанций	Насосное оборудование. Типы применяемых насосных агрегатов и их назначение. Циркуляционные, питательные и сетевые насосы. Характеристики насосного оборудования. Подогреватели: основное назначение и характеристики Фильтры: назначение, места установки и основные характеристики. Деаэраторы: назначение, принцип действия.	2	2	2	46	52
4	Генеральный план электростанции. Основные системы. Общие вопросы системного подхода к проектированию тепловых электростанций	Требования к расположению станции. Состав электростанции. Схема генерального плана. Системы водоснабжения промышленных электростанций. Топливное хозяйство станции. Шлакоудаление, очистка дымовых газов, отвод их в атмосферу. Выбор площадки для строительства. Генеральный план. Главный корпус электростанции. Вспомогательные сооружения электро-станции. Конструктивные элементы и специальные конструкции. Организация строительства тепловых электростанций. Строительная база. Периоды строительства. Схемы и графики производства работ	2	2	2	46	52
5	Эксплуатация тепломеханического и вспомогательного оборудования электростанций	Задачи эксплуатации. Режимы совместной работы агрегатов и блоков. Пусковые режимы. Ремонт оборудования. Организация эксплуатации станции. Диспетчерская дисциплина. Регулирование работы электростанций в энергосистемах. Технический учет, планирование и наладка режимов. Организация переключений в тепловых схемах электростанций. Особенности эксплуатации в период пуско-наладочных испытаний Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. Правила техники безопасности и пожарной безопасности	2	2	2	46	52
6	Перспективы развития тепловых электростанций и энергосистем	Основные направления совершенствования ТЭС. Атомные электростанции, газотурбинные, парогазовые, МГД-установки. Перспективы развития энергосистемы России. Экономическое и организационное совершенствование энергетики	2	2	-	45	49

	Итого	14	12	10	275	311
--	-------	----	----	----	-----	-----

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Математическое моделирование режимов работы паропровода;
2. Математическое моделирование режимов работы котла-утилизатора;
3. Математическое моделирование режимов работы деаэрационной установки.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения, 10.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчет стационарной теплофикационной установки (ТФУ)».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Расчет нагрузки ТФУ;
- Выбор оборудования ТФУ (сетевые подогреватели, сетевые и подпиточные насосы);
- Проектирование схемы подключения ТФУ в технологический процесс ТЭЦ.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	Знать основные законы термодинамики, гидрогазодинамики, тепломассопереноса	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять знание базовых физических законов к процессам, протекающим в основных элементах тепловых схем и теплотехническом	Решение стандартных практических задач, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	оборудовании			
	Владеть методами математического анализа, моделирования, теоретического экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	Знать основную нормативную документацию по проектированию энергообъектов	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные	Решение стандартных практических задач, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методиками и математическим аппаратом проектирования энергообъектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать основные характеристики проектируемого технологического оборудования	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить расчеты по типовым методикам проектирования	Решение стандартных практических задач, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методиками проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения, 9, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	Знать основные законы термодинамики, гидрогазодинамики, тепломассопереноса	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять знание базовых физических законов к процессам, протекающим в	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	основных элементах тепловых схем и теплотехническом оборудовании		верные ответы	верный ответ во всех задачах		
	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	Знать основную нормативную документацию по проектированию энергообъектов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методиками и математическим аппаратом проектирования энергообъектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать основные характеристики проектируемого технологического оборудования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить расчеты по типовым методикам проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методиками проектирования технологического оборудования с использованием средств автоматизации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. По месту в тепловой схеме различают регенеративные подогреватели
- а) высокого и низкого давления;
 - б) блочные и неблочные;
 - в) питательные и конденсатные.

2. Подогреватели, служащие для подогрева паром из отборов турбин сетевой воды, используемой для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения тепловых потребителей, носят название:

- а) регенеративные;
- б) сетевые;
- в) отопительные.

3. Регенеративные подогреватели обозначены на схеме под номерами:

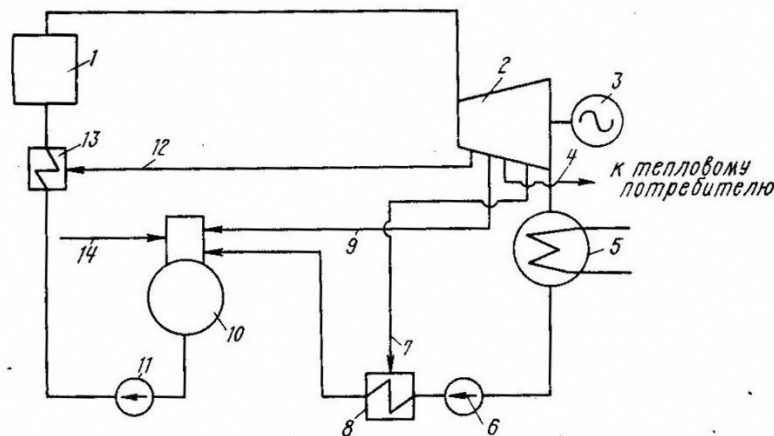


Рис. 1. Схема тепловой электрической станции.

- а) 6 и 11;
- б) 8 и 13;
- в) 9 и 14.

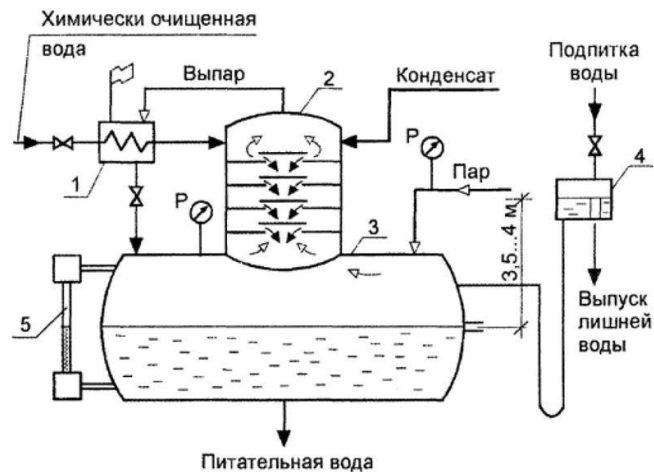
4. По принципу организации использования теплоты регенеративные подогреватели делятся на:

- а) высокого и низкого давления;
- б) конденсатные и питательные;
- в) смешивающие и поверхностные.

5. Основной функцией деаэратора является

- а) очистка воды от нежелательных газовых примесей;
- б) обессоливание воды;
- в) подогрев конденсата.

6. На представленном рисунке колонка деаэратора обозначена под номером



- а) 4;
- б) 2;**
- в) 3.

7. Смесь выделившихся из воды газов и небольшого количества пара, подлежащая эвакуации из деаэратора, называется

- а) дренаж;
- б) выпар;**
- в) продувка.

8. Насос какого типа изображен на рисунке под номером 11?

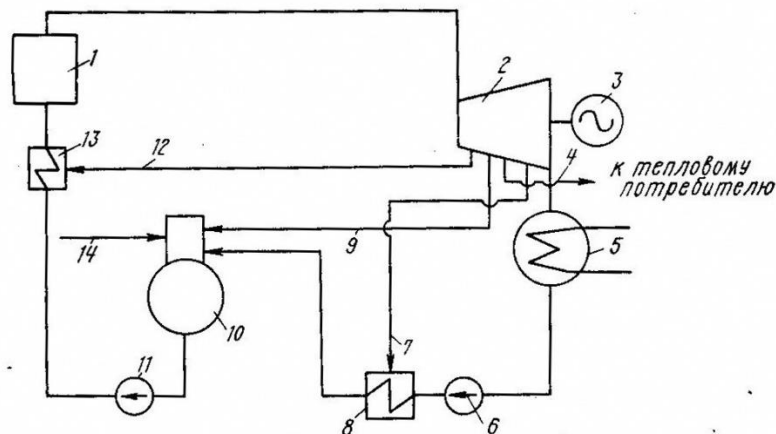


Рис. 1. Схема тепловой электрической станции.

- а) конденсатный;
- б) питательный;**
- в) сетевой.

9. В насосах какого типа приращение энергии жидкости происходит в результате взаимодействия потока жидкости с вращающимся рабочим органом

- а) объемные;
- б) поршневые;
- в) динамические.**

10. Насосы, предназначенные для подачи охлаждающей воды в конденсаторы паровых турбин, а также в газоохладители генераторов и

маслоохладителей турбин, называются

- а) циркуляционными;
- в) конденсационными;
- г) питательными.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Насос имеет избыточное давление $p_{изб}=1$ бар. На какую высоту он может подавать воду с расходом $G=0,5$ кг/с по трубе диаметром $d=0,25$ м?

- а) 10 м;
- б) 0,1 м;
- в) 1 м.

2. Какую площадь теплопередающей поверхности будет иметь теплообменник, если количество теплоты $Q=5,7$ МВт, коэффициент теплопередачи $k=2309$ Вт/м²·К, а средний температурный напор $\Delta t_{ср}=85^\circ\text{C}$.

- а) 25 м²;
- б) 27 м²;
- в) 29 м².

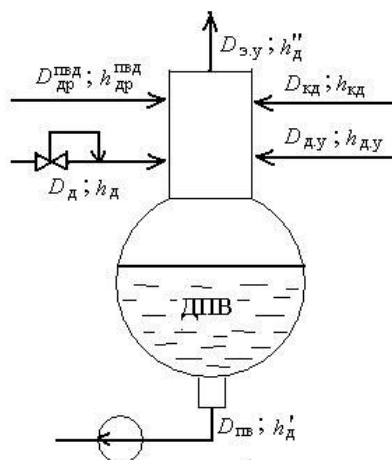
3. При какой работе насосов суммарные характеристики насосов получают сложением напоров при одинаковой подаче?

- а) последовательной;
- б) параллельной;
- в) комбинированной.

4. Определить расход пара в поверхностном пароводяном теплообменнике с $\eta_{т.а.}=0,98$ для подогрева сетевой воды с $t_0=50^\circ\text{C}$ до $t_{п.}=120^\circ\text{C}$. Расход сетевой воды $W_{с.в.}=480$ т/ч. Параметры пара в отборе $p_{отб}=0,25$ МПа; $t_{отб}=200^\circ\text{C}$. Конденсат пара не переохлаждается.

- а) 38 т/ч;
- б) 52 т/ч;
- в) 46 т/ч.

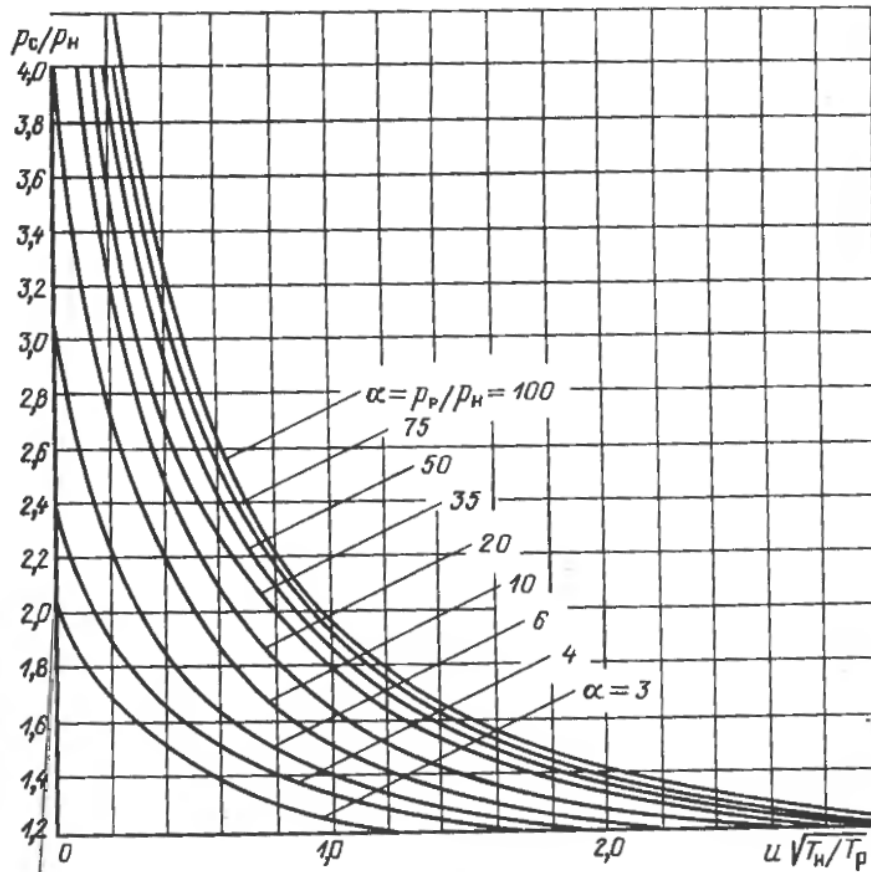
5. Какое из выражений описывает материальный баланс деаэратора?



- а) $D_{пв.} - D_{э.у.} = D_{кд.} + D_{д.у.} + D_{д.} + D_{пвд.}$;
- б) $D_{пв.} h_{пв.} + D_{э.у.} h_{э.у.} = D_{кд.} h_{кд.} + D_{д.у.} h_{д.у.} + D_{д.} h_{д.} + D_{пвд.} h_{пвд.}$;

в) $D_{пв} + D_{э.у.} = D_{кд} + D_{д.у.} + D_{д} + D^{пвд.}$

6. Пользуясь номограммой, определить конечные параметры пара за струйным компрессором, коэффициент инжекции которого $u=1,25$. Параметры рабочего пара $p_p=12,74$ МПа, $t_p=240^\circ\text{C}$; параметры инжектируемого пара $p_n=0,255$ МПа; $t_n=300^\circ\text{C}$.

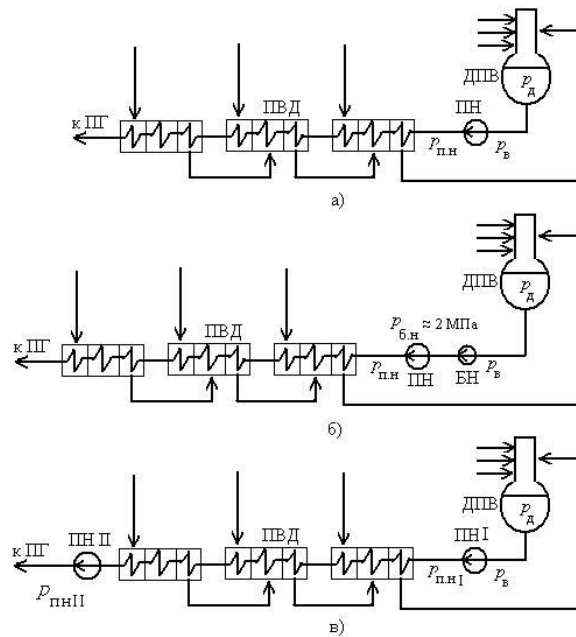


а) $p_{см}=0,428$ МПа, $t_{см}=386^\circ\text{C}$, $h_{см}=3244$ кДж/кг;

б) $p_{см}=0,512$ МПа, $t_{см}=401^\circ\text{C}$, $h_{см}=3274$ кДж/кг;

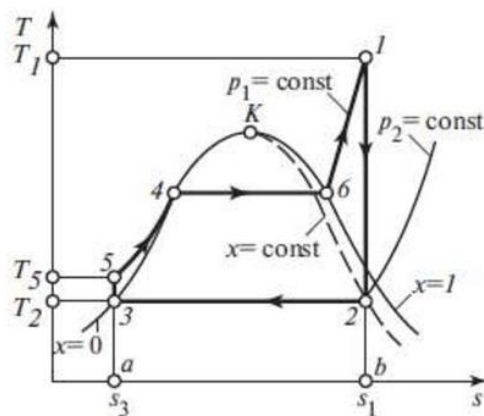
в) $p_{см}=0,464$ МПа, $t_{см}=392^\circ\text{C}$, $h_{см}=3259$ кДж/кг.

7. На каком из представленных рисунков изображена двухподъемная схема включения питательных насосов?



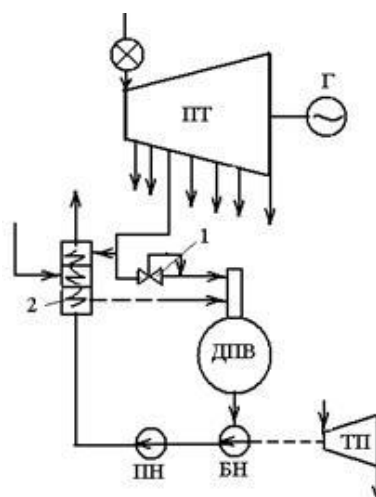
- а) а;
- б) б;
- в) в.**

8. На рисунке представлен цикл Ренкина. Какой процесс изображен на отрезке 6-1?



- а) адиабатное расширение пара
- б) парообразование
- в) перегрев пара в перегревателе**

9. Как называется схема включения деаэратора, представленная на рисунке?



- а) на скользящем давлении;
- б) предвключенная;**
- в) как самостоятельный подогреватель.

10. В основе работы какого устройства лежит закон Генри-Дальтона?

- а) турбина;
- б) блочная обессоливающая установка;
- в) деаэратор;**

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Каким образом движутся греющая и нагреваемая среда в сетевом подогревателе?

- а) сетевая вода в межтрубном пространстве, пар в трубках;
- б) пар в межтрубном пространстве, сетевая вода в трубках;**

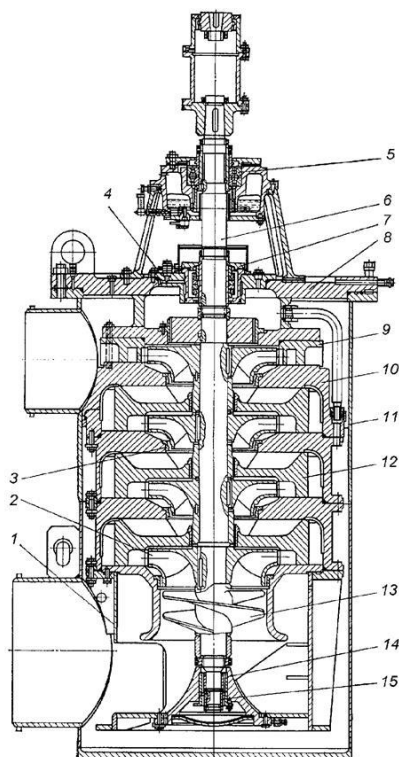
2. Что понимается под термином «недогрев» в сетевом подогревателе?

- а) разность между температурой насыщения греющего пара и сетевой воды на выходе;**
- б) разность между температурой греющего пара температурой его конденсата на выходе;
- в) разность между температурой греющего пара и сетевой воды в подогревателе.

3. Выберите неверное утверждение: «Деаэраторный бак предназначен для...»

- а) создания запаса деаэрированной воды подпитки теплосети;
- б) смешения потоков поступающей воды;**
- в) обеспечения стабильной и надежной работы подпиточных насосов.

4. На рисунке представлена схема конденсатного насоса. Укажите номер, которым обозначено рабочее колесо



- a) 10;
- б) 2;**
- в) 3.

5. На какие виды делятся деаэраторы по способу создания поверхности контакта фаз?

- a) струйные, пленочные;
- б) струйные, барботажные;
- в) струйные, пленочные, барботажные;**

6. Местное выделение из жидкости газов и паров с последующим разрушением выделившихся парогазовых пузырьков, сопровождающимся непрерывными гидравлическими микроударами высокой частоты, большими давлениями и температурами в центрах конденсации называется

- a) кипение;
- б) кавитация;**
- г) парообразование.

7. Насколько регенерация увеличивает термический КПД цикла?

- а) 13-20%;**
- б) 3-10%;
- в) 33-40%;

8. На каком давлении работают деаэраторы атмосферного типа?

- a) 0,05 МПа;
- б) 0,12 МПа;**
- в) 0,6 МПа.

9. Для создания и поддержания вакуума (разрежение в конденсаторе) применяют специальные отсасывающие устройства, которые удаляют из конденсатора воздух, попадающий в него с паром и через неплотности паротурбинной установки. Как они называются?

- а) эжекторы;
- б) насосы;
- г) диффузоры.

10. Какую маркировку имеют деаэраторы вакуумного типа?

- а) ДА;
- б) ДП;
- в) ДВ.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Как называется применение электрической энергии в промышленности, транспорте, сельском хозяйстве, а так же для нужд населения?
2. Понятие централизованного теплоснабжения .
3. Пар каких параметров требуется промышленным предприятиям для различных технологических нужд?
4. Что называют регенеративным подогревом питательной воды?
5. Как называют процесс, при котором теплота рабочего тела, отработавшего в тепловом двигателе полностью или частично, используется для покрытия тепловых нагрузок как внешних, так и внутристанционных?
6. Что такое коэффициент теплофикации ТЭЦ?
7. Как называется испаритель воды с паровым обогревом, пар от которого направляется внешним потребителям. Конденсат первичного греющего пара при этом сохраняется на ТЭЦ.
8. Какие параметры являются определяющими при выборе типа турбин для ТЭЦ?
9. Какие парогенераторы обычно выбирают для промышленных ТЭЦ как менее требовательные к качеству питательной воды?
10. Каким образом на ТЭЦ осуществляется соединение участков трубопроводов между собой, а также присоединение их к оборудованию, арматуре и КИП?
11. С помощью какой арматуры осуществляется изменение режимов

работы оборудования и поддержание их на заданном уровне?

12. Какова основная задача систем технического водоснабжения промышленных ТЭС?

13. Какой величины не должна превышать температура в источнике водоснабжения ТЭС в самые жаркие периоды года?

14. Какое давление циркуляционной воды в системах технического водоснабжения ТЭС?

15. Какой привод используется в основном на ТЭС для приведения в движение механизмов собственных нужд электростанции?.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Насосное оборудование тепловых электростанций (питательные, циркуляционные, сетевые, конденсатные и др. насосные агрегаты).
2. Деаэрационные установки.
3. Редукционно-охладительные установки (РОУ).
4. Оборудование пылеприготовления (мельницы, пылепитатели, мельничные вентиляторы и др.)
5. Оборудование топливоподачи (транспортеры, лопастные питатели и др.).
6. Блоки подготовки газа. Газорегуляторные пункты (ГРП).
7. Мазутное хозяйство (баки хранения, мазутные насосы и др.).
8. Станционные теплофикационные установки.
9. Пиковые водогрейные котельные.
10. Регенеративные подогреватели высокого и низкого давления.
11. Водоподготовка.
12. Системы технического и пожарного водоснабжения.
13. Системы золоудаления и шлакоудаления.
14. Системы очистки дымовых газов.
15. Трубопроводы и арматура.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен и зачет с оценкой проводятся по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 объемных теоретических вопроса и задачу. Каждый правильный и полный ответ на вопрос в тесте оценивается в 5 баллов, задача оценивается в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 25.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 15 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 20 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 20 до 50 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Характеристика энергетики России. Техничко-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, курсовой проект
2	Принципиальные схемы тепловых электростанций. Тепломеханическое оборудование электростанций и компоновка главного корпуса	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, курсовой проект
3	Вспомогательное оборудование тепловых электростанций	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, курсовой проект
4	Генеральный план электростанции. Основные системы. Общие вопросы системного подхода к проектированию тепловых электростанций	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, курсовой проект
5	Эксплуатация тепломеханического и вспомогательного оборудования электростанций	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, курсовой проект
6	Перспективы развития тепловых электростанций и энергосистем	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, курсовой проект

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе,

описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8. УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Стогней В.Г. Тепловые электрические станции : Учеб. пособие / В.Г. Стогней. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2006. - 149 с.
2. Гиршфельд В.Я. Тепловые электрические станции : Учебник / В.Я. Гиршфельд - Москва: Энергия, 1973. - 239 с.
3. Хрипунов К.Г. Парогазовые установки тепловых электростанций : Учеб. пособие / К.Г. Хрипунов. - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 98 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- LibreOffice

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

Сайт теплотехника

Адрес ресурса: <http://teplokot.ru/>

Министерство энергетики

Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета станционных теплофикационных установок, деаэрационных установок, насосного оборудования электростанций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом

занятие	лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2018	
2.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	