Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2025 14:57:31
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан _____ /К.И. Лушин/
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы испытаний и наладки технологического оборудования»

Направление подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль
Интеллектуальные тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

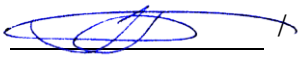
Форма обучения
Очная и заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

Доцент, к.т.н., доцент  В.С. Тимохин /
И.О. Фамилия

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент  Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
   3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
   3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
   3.3 Содержание дисциплины 10
   3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 11
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 12
   4.1 Нормативные документы и ГОСТы 12
   4.2 Основная литература 13
   4.3 Дополнительная литература 13
   4.4 Электронные образовательные ресурсы 13
   4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 14
   4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 14
5. Материально-техническое обеспечение 14
6. Методические рекомендации 15
   6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 15
   6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 15
7. Фонд оценочных средств 16
   7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 16
   7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
   7.3 Оценочные средства 17

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Методы испытаний и наладки технологического оборудования» относятся:

– формирование базовых знаний о проведении испытаний действующего основного и вспомогательного оборудования котлотурбинного цеха ТЭЦ при переменном режиме и обработке результатов испытаний.

К основным задачам освоения дисциплины «Методы испытаний и наладки технологического оборудования» относятся:

– получение студентами знаний о технологическом процессе, конструкции и назначении основного и вспомогательного оборудования, а также о правилах его технической эксплуатации и правилах техники безопасности при работе в теплосиловом цехе ТЭЦ;

– знакомство студентов с принципами производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, обслуживанием оборудования во время работы, исследование характеристик оборудования;

– выработать у студентов умение определять пути повышения энергетической эффективности при производстве, передаче, потреблении и преобразовании тепловой энергии.

Обучение по дисциплине «Методы испытаний и наладки технологического оборудования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2. Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с технологией производства	ИПК-2.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства ИПК-2.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при проведении профилактических осмотров и текущего ремонта
ПК-4. Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД с оценкой их энергетической, экономической и экологической эффективности	ИПК-4.1. Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на ОПД ИПК-4.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы испытаний и наладки технологического оборудования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

«Методы испытаний и наладки технологического оборудования» взаимосвязаны логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Техническая термодинамика;
- Тепломассообмен;
- Нетрадиционные возобновляемые источники энергии;
- Топливо и теория горения;
- Котельные установки и парогенераторы;
- Технологические энергоносители предприятий;
- Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- Тепломассообменное оборудование предприятий;
- Теплоэнергетические системы промышленных предприятий.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы (**144** часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			5 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**90**	**90**
	В том числе:		
2.1	Тестирование	20	20
2.2	Самостоятельное изучение	70	70
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен
	Итого	**144**	**144**

3.1.2 Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			6 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**20**	**20**
	В том числе:		
1.1	Лекции	8	8
1.2	Семинарские/практические занятия	12	12
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**124**	**124**
	В том числе:		
2.1	Тестирование	20	20
2.2	Самостоятельное изучение	104	104
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Экзамен**	**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. Основные положения.	**5**	**0,5**	**1**			**3,5**
2	Раздел 2. Методики измерений при испытании и наладке.	**8**	**1**	**1,5**			**5,5**
3	Раздел 3. Режимная наладка систем отопления, оборудованных конвективно-излучающими приборами.	**7**	**1**	**1,5**			**4,5**
4	Раздел 4. Испытание и наладка систем вентиляции и воздушного отопления.	**10**	**1**	**1**			**8**
5	Раздел 5. Определение количества выделяющихся в помещении вредностей.	**8**	**1**	**1,5**			**5,5**
6	Раздел 6. Санитарно-техническое обследование вентиляционных выбросов.	**6**	**0,5**	**1**			**4,5**
7	Раздел 7. Испытания и наладка систем кондиционирования воздуха.	**12**	**1**	**2**			**9**
8	Раздел 8. Испытание и наладка систем автоматического регулирования, экспериментальное определение параметров объектов регулирования.	**7**	**1**	**1,5**			**4,5**
9	Раздел 9. Испытания и наладочные работы на основном и вспомогательном оборудовании ТЭС, котельных и тепловых сетей.	**6**	**0,5**	**1**			**4,5**
10	Раздел 10. Наладочные работы на тепломеханическом оборудовании на вводимых в эксплуатацию строящихся, реконструируемых и технически перевооружаемых энергопредприятиях.	**7**	**1**	**1,5**			**4,5**
11	Раздел 11. Наладка и испытания оборудования топливоподачи, газового и мазутного хозяйств, складов твердого топлива ТЭС.	**8**	**1**	**1,5**			**5,5**
12	Раздел 12. Проведение испытаний теплосилового оборудования в	**6**	**1**	**1**			**4**

	процессе монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта.						
13	Раздел 13. Наладка режимов эксплуатации и испытания оборудования и схем.	**9**	**1**	**2**			**7**
14	Раздел 14. Режимная наладка и регулировка систем теплоснабжения, в том числе водоподогревательных установок источников тепла, тепловых сетей, систем теплоснабжения.	**5**	**1**	**1,5**			**2,5**
15	Раздел 15. Наладка и испытания систем и приборов учета электрической и тепловой энергии (теплоносителя).	**6**	**1**	**1**			**4**
16	Раздел 16. Проведение испытаний и измерений параметров энергоустановок и сооружений, их частей и элементов в процессе разработки конструкций, изготовления, монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта, а также измерений качества электрической и тепловой энергии.	**8**	**1**	**2**			**5**
17	Раздел 17. Аттестация горелочных устройств.	**7**	**1**	**1,5**			**4,5**
18	Раздел 18. Монтаж, реконструкция и модернизация систем централизованного теплоснабжения, тепловых сетей и сооружений на них, в том числе водоподогревательных установок, систем кондиционирования и агрегатов воздушного отопления.	**6**	**1**	**1**			**4**
19	Раздел 19. Комплекс работ, выполняемых по заявкам (договорам) производителей и потребителей теплоэнергии по оборудованию систем коммерческого учета и контроля параметров тепловой энергии и теплоносителя, а также средств автоматизации тепловых процессов	**8**	**1**	**2**			**5**
20	Раздел 20. Специальные монтажно-строительные работы в энергетике.	**4**	**0,5**	**1**			**2,5**
	Итого	**144**	**18**	**36**			**90**

3.2.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. Основные положения.	**5**	**0,5**	**1**			**3,5**
2	Раздел 2. Методики измерений при испытании и наладке.	**8**	**1**	**1,5**			**5,5**
3	Раздел 3. Режимная наладка систем отопления, оборудованных конвективно-излучающими приборами.	**7**	**1**	**2**			**4**
4	Раздел 4. Испытание и наладка систем вентиляции и воздушного отопления.	**10**	**1**	**1**			**8**
5	Раздел 5. Определение количества выделяющихся в помещении вредностей.	**8**	**1**	**2**			**5**
6	Раздел 6. Санитарно-техническое обследование вентиляционных выбросов.	**6**	**0,5**	**1**			**4,5**
7	Раздел 7. Испытания и наладка систем кондиционирования воздуха.	**12**	**1**	**2**			**9**
8	Раздел 8. Испытание и наладка систем автоматического регулирования, экспериментальное определение параметров объектов регулирования.	**7**	**1**	**1,5**			**4,5**
9	Раздел 9. Испытания и наладочные работы на основном и вспомогательном оборудовании ТЭС, котельных и тепловых сетей.	**6**	**0,5**	**1**			**4,5**
10	Раздел 10. Наладочные работы на тепломеханическом оборудовании на вводимых в эксплуатацию строящихся, реконструируемых и технически перевооружаемых энергопредприятиях.	**7**	**1**	**1,5**			**4,5**
11	Раздел 11. Наладка и испытания оборудования топливоподачи, газового и мазутного хозяйств, складов твердого топлива ТЭС.	**8**	**1**	**1,5**			**5,5**
12	Раздел 12. Проведение испытаний теплосилового оборудования в процессе монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта.	**6**	**1**	**1**			**4**

13	Раздел 13. Наладка режимов эксплуатации и испытания оборудования и схем.	**9**	**1**	**2**			**7**
14	Раздел 14. Режимная наладка и регулировка систем теплоснабжения, в том числе водоподогревательных установок источников тепла, тепловых сетей, систем теплоснабжения.	**5**	**1**	**1,5**			**2,5**
15	Раздел 15. Наладка и испытания систем и приборов учета электрической и тепловой энергии (теплоносителя).	**6**	**1**	**1**			**4**
16	Раздел 16. Проведение испытаний и измерений параметров энергоустановок и сооружений, их частей и элементов в процессе разработки конструкций, изготовления, монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта, а также измерений качества электрической и тепловой энергии.	**8**	**1**	**2**			**5**
17	Раздел 17. Аттестация горелочных устройств.	**7**	**1**	**1,5**			**4,5**
18	Раздел 18. Монтаж, реконструкция и модернизация систем централизованного теплоснабжения, тепловых сетей и сооружений на них, в том числе водоподогревательных установок, систем кондиционирования и агрегатов воздушного отопления.	**6**	**1**	**2**			3
19	Раздел 19. Комплекс работ, выполняемых по заявкам (договорам) производителей и потребителей теплоэнергии по оборудованию систем коммерческого учета и контроля параметров тепловой энергии и теплоносителя, а также средств автоматизации тепловых процессов	**8**	**1**	**2**			**5**
20	Раздел 20. Специальные монтажно-строительные работы в энергетике.	**4**	**0,5**	**1**			**2,5**
Итого		**144**	**8**	**12**			**124**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные положения.

Работы по испытанию и наладке систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (О, В и КВ) действующих, реконструируемых и строящихся зданий и сооружений различных назначений.

Раздел 2. Методики измерений при испытании и наладке.

Измерение температуры газов (воздуха) и жидкостей. Измерение относительной влажности воздуха. Измерение давлений газов (воздуха) и жидкостей. Определение скоростей движения и расходов воздуха. Измерение плотности теплового потока и интенсивности теплового облучения и солнечной радиации. Определение расхода тепло- и хладоносителя. Определение частоты вращения рабочего колеса вентилятора определение содержания вредных веществ в воздухе. Оценка результатов измерений.

Раздел 3. Режимная наладка систем отопления, оборудованных конвективно-излучающими приборами.

Разработка мероприятий по наладке, наладка систем.

Раздел 4. Испытание и наладка систем вентиляции и воздушного отопления.

Испытание сетей воздуховодов на плотность, проверка работы вентилятора в сети и его наладка, аэродинамическое испытание и регулирование сетей воздуховодов, испытание и наладка поверхностных воздухонагревателей, испытание воздухораспределителей и регулировка систем воздухораспределения, испытание и наладка воздушных душей, испытание и наладка воздушнотепловых завес испытание и наладка местных отсосов, испытание и наладка пылеулавливающих устройств, испытание и наладка устройств естественной вентиляции (аэрации).

Раздел 5. Определение количества выделяющихся в помещении вредностей.

Расчет необходимых воздухообменов, инструментальные измерения в обследуемом помещении, составление балансов по теплоте и влаге, составление балансов по газам, определение воздухообменов на основе результатов испытаний.

Раздел 6. Санитарно-техническое обследование вентиляционных выбросов.

Раздел 7. Испытания и наладка систем кондиционирования воздуха.

Испытание и наладка направляющих аппаратов вентиляторов, испытание и наладка гидромуфт, испытание и наладка индукторных муфт скольжения, испытание и наладка камер орошения, испытание и наладка поверхностных воздухоохладителей, испытание и наладка блоков тепломассообмена, испытание и наладка воздушных клапанов, испытание и наладка клапанов на трубопроводах теплохладоносителя, испытание и наладка насосов камеры орошения, испытание и наладка центральных СКВ с количественным регулированием, испытание и наладка центральных водовоздушных СКВ с эжекционными кондиционерами-доводчиками (экд), испытание и наладка комбинированных систем кондиционирования воздуха, испытание и наладка вентиляторных кондиционеров-доводчиков (вкд), испытание и наладка центральных двухканальных СКВ, системы со смесителями, имеющими регуляторы расхода системы со смесителями без регуляторов расхода, испытание и наладка местных неавтономных кондиционеров воздуха, испытание и наладка кондиционеров воздуха на санитарно-гигиенические (технологические) требования, основные неисправности в работе холодильной машины.

Раздел 8. Испытание и наладка систем автоматического регулирования, экспериментальное определение параметров объектов регулирования.

Раздел 9. Испытания и наладочные работы на основном и вспомогательном оборудовании ТЭС, котельных и тепловых сетей.

Раздел 10. Наладочные работы на тепломеханическом оборудовании на вводимых в эксплуатацию строящихся, реконструируемых и технически перевооружаемых энергопредприятиях.

Раздел 11. Наладка и испытания оборудования топливоподачи, газового и мазутного хозяйств, складов твердого топлива ТЭС.

Наладка и испытания весов для взвешивания топлива на топливоподаче. Наладка систем (всех типов) гидросмыва, гидроуборки галлерей и узлов пересыпки на топливоподаче. Наладка и испытания систем водного контроля качества и количества топлива, поступающего на ТЭС.

Раздел 12. Проведение испытаний теплосилового оборудования в процессе монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта.

Раздел 13. Наладка режимов эксплуатации и испытания оборудования и схем.

Наладка режимов эксплуатации и испытания оборудования и схем всех видов водоподготовки, включая узлы хранения и использования необходимых реагентов; очистки конденсаторов; ведения водных режимов котлотурбинного оборудования, тепловых сетей, систем технического водоснабжения, вспомогательных узлов и систем; предпусковых и эксплуатационных химических очисток оборудования; консервации оборудования; очистки сточных вод.

Раздел 14. Режимная наладка и регулировка систем теплоснабжения, в том числе водоподогревательных установок источников тепла, тепловых сетей, систем теплоснабжения.

Раздел 15. Наладка и испытания систем и приборов учета электрической и тепловой энергии (теплоносителя).

Раздел 16. Проведение испытаний и измерений параметров энергоустановок и сооружений, их частей и элементов в процессе разработки конструкций, изготовления, монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта, а также измерений качества электрической и тепловой энергии.

Раздел 17. Аттестация горелочных устройств.

Раздел 18. Монтаж, реконструкция и модернизация систем централизованного теплоснабжения, тепловых сетей и сооружений на них, в том числе водоподогревательных установок, систем кондиционирования и агрегатов воздушного отопления.

Раздел 19. Комплекс работ, выполняемых по заявкам (договорам) производителей и потребителей теплоэнергии по оборудованию систем коммерческого учета и контроля параметров тепловой энергии и теплоносителя, а также средств автоматизации тепловых процессов

Проектирование системы; формирование исполнительной документации на систему (без проектирования); монтаж и наладка системы; техническое обслуживание (гарантийное и сервисное) системы: связанное с демонтажом, проверкой и последующим монтажом оборудования.

Раздел 20. Специальные монтажно-строительные работы в энергетике.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарское занятие 1. «Основные положения».

Семинарское занятие 2. «Методики измерений при испытании и наладке».

Семинарское занятие 3. «Режимная наладка систем отопления, оборудованных конвективно-излучающими приборами».

Семинарское занятие 4. «Испытание и наладка систем вентиляции и воздушного отопления».

Семинарское занятие 5. «Определение количества выделяющихся в помещении вредностей».

Семинарское занятие 6. «Санитарно-техническое обследование вентиляционных выбросов».

Семинарское занятие 7. «Испытания и наладка систем кондиционирования воздуха».

Семинарское занятие 8. «Испытание и наладка систем автоматического регулирования, экспериментальное определение параметров объектов регулирования».

Семинарское занятие 9. «Испытания и наладочные работы на основном и вспомогательном оборудовании ТЭС, котельных и тепловых сетей».

Семинарское занятие 10. «Наладочные работы на тепломеханическом оборудовании на вводимых в эксплуатацию строящихся, реконструируемых и технически перевооружаемых энергопредприятиях».

Семинарское занятие 11. «Наладка и испытания оборудования топливоподачи, газового и мазутного хозяйств, складов твердого топлива ТЭС».

Семинарское занятие 12. «Проведение испытаний теплосилового оборудования в процессе монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта».

Семинарское занятие 13. «Наладка режимов эксплуатации и испытания оборудования и схем».

Семинарское занятие 14. «Режимная наладка и регулировка систем теплоснабжения, в том числе водоподогревательных установок источников тепла, тепловых сетей, систем теплоснабжения».

Семинарское занятие 15. «Наладка и испытания систем и приборов учета электрической и тепловой энергии (теплоносителя)».

Семинарское занятие 16. «Проведение испытаний и измерений параметров энергоустановок и сооружений, их частей и элементов в процессе разработки конструкций, изготовления, монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта, а также измерений качества электрической и тепловой энергии».

Семинарское занятие 17. «Аттестация горелочных устройств».

Семинарское занятие 18. «Монтаж, реконструкция и модернизация систем централизованного теплоснабжения, тепловых сетей и сооружений на них, в том числе водоподогревательных установок, систем кондиционирования и агрегатов воздушного отопления».

Семинарское занятие 19. «Комплекс работ, выполняемых по заявкам (договорам) производителей и потребителей теплоэнергии по оборудованию систем коммерческого учета и контроля параметров тепловой энергии и теплоносителя, а также средств автоматизации тепловых процессов».

Семинарское занятие 20. «Специальные монтажно-строительные работы в энергетике».

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 34060-2017 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Испытание и наладка систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проведения и контроль выполнения работ.

2. ГОСТ Р 59501-2021 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем отопления. Правила и контроль выполнения работ.

3. ГОСТ Р 59510-2021 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка теплонасосных систем теплохладоснабжения зданий. Правила и контроль выполнения работ.

4. ГОСТ Р 70095-2022 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем холодоснабжения. Правила и контроль выполнения работ.

5. ГОСТ Р 59135-2020 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем горячего и холодного водоснабжения. Правила и контроль выполнения работ.

6. ГОСТ 34058-2021 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка, техническое обслуживание и ремонт испарительных и компрессорно-конденсаторных блоков бытовых систем кондиционирования. Правила и контроль выполнения работ.

7. ГОСТ Р 70100-2022 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем воздушного отопления складских зданий. Правила и контроль выполнения работ.

8. ГОСТ Р 70093-2022 Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Монтаж и пусковая наладка систем кондиционирования с переменным расходом хладагента. Правила и контроль выполнения работ.

9. РД 34.70.110-92 Правила организации пусконаладочных работ на тепловых электростанциях.

4.2 Основная литература

1. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: справ. / Манюк В.И., Каплинский Я.И., Хиж Э.Б. и др. М.: ЛИБРОКОМ, 2009.

4.3 Дополнительная литература

2. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: [учебное пособие] / Ю.В. Овчинников, О.К. Григорьева, А.А. Францева. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 256, [1] с. : ил.; 25 см. - (Учебники НГТУ).; ISBN 978-5-7782-2606-7 КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/186607.

3. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – Электрон. дан. – М.:Машиностроение, 2011. –374 с. –Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2014

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	
Методы испытаний и наладки технологического оборудования	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=10806

Разработанный ЭОР включает в себя: лекционный и практический материал; самостоятельную работу (в виде реферата, РГР, курсовой работы или проекта); видеоматериалы; промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательного комплекса «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– доклад по теме: «Методы испытаний и наладки технологического оборудования» (индивидуально для каждого обучающегося);

– подготовка и выступление на семинарском занятии с докладом и обсуждением;

– тест, экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины – защита докладов, решение задач.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Методы испытаний и наладки технологического оборудования».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: разноуровневые задачи и задания; доклад, сообщение; устный опрос, собеседование; тест.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на соответствующих формам обучения семестрах в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня. В билет включается два вопроса из разных разделов дисциплины и одно практическое задание. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и семинарских занятиях (прилагается). Время на подготовку письменных ответов – до 40 мин, устное собеседование – до 10 минут.

Приложение

Темы докладов по дисциплине

1. Нормы расхода горячей воды.
2. Схемы тепловых пунктов.
3. Регулирование тепловых сетей.
4. Средства автоматизации центральных тепловых пунктов.
5. Регулирование гидравлического режима на тепловых пунктах.
6. Регулирование расхода теплоты в системах теплоснабжения.
7. Обслуживание тепловых сетей. Обслуживание тепловых пунктов.
8. Ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов.
9. Пусконаладочные работы на электрооборудовании.
10. Технический надзор и приемка систем теплоснабжения.
11. Контроль качества выполнения строительно-монтажных работ.
12. Проведение испытаний тепловых сетей.
13. Основные технические требовании к строительству наружных водяных тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплопотребления.
14. Составление технической и рабочей программ испытаний.
15. Испытание и наладка устройств естественной вентиляции (аэрации).
16. Испытание и наладка воздушно-тепловых завес.
17. Испытание и наладка поверхностных воздухонагревателей.
18. Пуск систем теплоснабжения в промышленную эксплуатацию.
19. Автоматизация гидравлического режима тепловой сети.
20. Контрольно-измерительные приборы.

Средства контроля и автоматизации систем теплоснабжения.

21. Гидравлический режим открытой системы теплоснабжения.
22. Расчет режимов отпуска теплоты.
23. Пуск тепловых пунктов, подстанций и вводов.
24. Учет отпуска и потребления теплоты на тепловых сетях.

Список экзаменационных вопросов по дисциплине

1. Удельные тепловые характеристики зданий, расчетные температуры внутреннего воздуха и допустимые температуры поверхности нагревательных приборов.
2. Оборудование систем централизованного теплоснабжения. Водоводяные подогреватели. Насосы. Грязевики. Элеваторы. Калориферы. Воздушно-отопительные агрегаты. Нагревательные приборы.
3. Присоединение потребителей теплоты к водяным тепловым сетям. Присоединение систем отопления и вентиляции.
4. Присоединение потребителей теплоты к водяным тепловым сетям. Присоединение систем горячего водоснабжения.
5. Обследование систем централизованного теплоснабжения
6. Определение тепловых нагрузок потребления.
7. Определение расчетных расходов теплоносителя.
8. Гидравлический расчет тепловых сетей.
9. Разработка гидравлического режима тепловых сетей.
10. Расчет смесительных к дроссельным устройствам.
11. Средства регулирования температуры и расхода теплоты.
12. Средства регулирования давления и расхода воды. Регулирующие клапаны.
13. Автоматизация подпитки тепловых сетей.

14. Автоматизация насосного оборудования в ЦТП.
15. Принципиальные схемы автоматического регулирования расхода теплоты на центральных и индивидуальных тепловых пунктах.
16. Регулирование температуры коды на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения.
17. Регулирование температуры воды на горячее водоснабжение при непосредственном водоразборе из тепловой сети.
18. Испытания трубопроводов и оборудования водяных тепловых сетей. Гидравлические испытания.
19. Испытания трубопроводов и оборудования водяных тепловых сетей. Тепловые испытания и нормирование тепловых потерь.
20. Испытания тепловых сетей на расчетную температуру теплоносителя.
21. Испытания трубопроводов и оборудования водяных тепловых сетей. Испытания на плотность.
22. Технические условия и технический надзор при строительстве тепловых сетей.
23. Приемка в эксплуатацию тепловых сетей.
24. Пуск водяных тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплопотребления.
25. Защита трубопроводов тепловых сетей от коррозии.
26. Основные направления работы и меры по экономии тепловой и электрической энергии при эксплуатации тепловых сетей.
27. Нормирование и технико-экономические показатели тепловой сети.
28. Перевод работы системы теплоснабжении на повышенный температурный график.
29. Перевод работы системы теплоснабжения на новую расчетную температуру наружного воздуха.
30. Определение эксплуатационного расчетного расхода теплоносителя на тепловые пункты в закрытой системе. теплоснабжения.
31. Испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей.
32. Пуско-наладочные работы и сертификационные испытания электрооборудования.
33. Пуск тепловых пунктов, подстанций и вводов.
34. Пуск водяных тепловых сетей.
35. Пуск паропроводов. Продувка холодных паропроводов.
36. Обработка результатов испытаний тепловых сетей.
37. Средства измерений и требования к ним при испытаниях тепловых сетей.
38. Расчет параметров испытаний, выбор исходных данных для расчета.
39. Наладка и испытания центральных СКВ с количественным регулированием.
40. Испытания и наладка насосов камеры орошения.
41. Испытания и наладка клапанов на трубопроводах тепло- и хладоносителя.
42. Испытание и наладка блока тепломассообмена, работающего в режиме нагрева в холодный период года.
43. Испытания и наладка камеры орошения.
44. Санитарно-техническое обследование вентиляционных выбросов.
45. Расчет воздухообменов, необходимых для обеспечения нормируемого состояния воздушной среды рабочей зоны.
46. Составление балансов по телу и влаге в помещении.
47. Испытания и наладка пылеулавливающих устройств.
48. Испытания воздухораспределителей и регулировка систем воздухораспределения.
49. Аэродинамические испытания и регулирование сетей воздуховодов.
50. Регулирование и наладка систем отопления в отопительный период.

Примерный перечень вопросов для промежуточного тестирования

1) Классификация испытаний по этапам исследования:
1. нет правильных ответов;
2. практические и контрольные;
3. исследовательские и наладочные;
4. исследовательские и контрольные.

2) Классификация испытаний по этапу разработки:
1. доводочные и приемочные;
2. доводочные, предварительные, приемочные;
3. доводочные, предварительные;
4. предварительные, приемочные;

3) Классификация испытаний по времени (периоду) проведения:
1. нормальные и экстремальные;
2. нет правильных ответов;
3. нормальные и ускоренные;
4. периодические и ускоренные;

4) Классификация испытаний по результатам воздействия:
1. неразрушающие и разрушающие;
2. дистанционные и разрушающие;
3. неразрушающие и образцовые;
4. неразрушающие и итоговые.

5) Классификация испытаний по определяемым характеристикам объекта:
1. функциональные и технологические;
2. функциональные, граничные;
3. функциональные, граничные, технологические;
4. граничные и технологические;

6) Классификация испытаний по уровню проведения:
1. нет правильных ответов;
2. государственные и межведомственные;
3. государственные и региональные;
4. федеральные и межведомственные;

7) Классификация испытаний по внешним воздействующим факторам:
1. механические и климатические;
2. механические и автоматизированные;
3. нет правильных ответов;
4. параметрические и климатические.

8) Условия испытаний это:
1. Совокупность воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта при испытаниях;
2. Совокупность воздействующих факторов функционирования объекта при испытаниях;
3. Параметры и (или) режимы функционирования объекта при испытаниях;
4. Совокупность режимных факторов функционирования объекта при испытаниях.

9) Нормальные условия испытаний это:
1. Условия испытаний, установленные нормативно-технической документацией (НТД) в данной местности;
2. нет правильных ответов;
3. Условия испытаний, установленные нормативно-технической документацией (НТД) на данный вид продукции;
4. Условия испытаний, установленные нормативно-технической документацией (НТД) на данный период времени.

10) Технический контроль это:
1. Проверка свойств объекта;
2. Проверка технического состояния объекта;
3. Проверка соответствия объекта требованиям Заказчика;
4. Проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

11) Эксплуатационные испытания это:
1. техническая диагностика объекта;
2. Испытания объекта, проводимые при введении в эксплуатацию;
3. нет правильных ответов;
4. Испытания объекта, проводимые при эксплуатации.

12) Испытания на низкотемпературную стойкость проводятся в диапазоне температур:
1. от -65°С до комнатной температуры;
2. от -80°С до комнатной температуры;
3. от -85°С до комнатной температуры;
4. нет правильных ответов.

13) Испытания на высокотемпературную стойкость проводятся в диапазоне температур:
1. от комнатной температуры до 300 °С;
2. от комнатной температуры до 350 °С;
3. от комнатной температуры до 200 °С;
4. от комнатной температуры до 300 К;

14) Испытания на температурный цикл проводятся в диапазоне температур:
1. от -65°С до 150°С;
2. от -65°С до 140°С;
3. нет правильных ответов;
4. от -45°С до 150°С.

15) Испытания на термоудар проводятся в диапазоне температур:
1. от -65°С до 150°С за 6 секунд;
2. от -55°С до 150°С за 5 секунд;
3. от -65°С до 150°С за 5 секунд;
4. от -45°С до 130°С за 5 секунд.

16) Испытания на циклически изменяемую влажность проводятся в диапазоне:
1. нет правильных ответов;
2. от 40°С до 120°С, от 20% до 95%RH;
3. от 50°С до 80°С, от 20% до 95%RH;
4. от 40°С до 80°С, от 20% до 85%RH;

17) Испытания на цикл конденсации проводятся в диапазоне:
1. нет правильных ответов;
2. от -35°C до 85°C, от 60% до 90%RH;
3. от -25°C до 85°C, от 60% до 90%RH;
4. от -35°C до 85°C, от 70% до 90%RH.

18) Ускоренное испытание на термо-напряженное состояние (испытание в «скоро-варке») проводятся в диапазоне:
1. 105°C при 65%RH;
2. 105°C при 85%RH;
3. нет правильных ответов;
4. 115°C при 85%RH;

19) Исследование компонентов, материалов и оборудования на способность держать напряжение на высоте, в вакууме и при высоком давлении проводятся в диапазоне:
1. от 133 Па до 10 кПа;
2. от 133 Па до 12 кПа;
3. от 123 Па до 10 кПа;
4. от 133 Па до 8 кПа.

20) Исследования влияния кислотного дождя проводятся в диапазоне параметров:
1. от 4 до 16 pH;
2. нет правильных ответов;
3. от 4 до 8 pH;
4. от 4 до 6 pH.

21) Исследования компонентов, материалов и оборудования на предмет изменения характеристик из-за влияния озона проводятся в диапазоне параметров:
1. от 0,01 до 20 мг/м^3;
2. от 0,1 до 20 мг/м^3;
3. от 0,01 до 10 мг/м^3;
4. от 2,1 до 20 мг/м^3.

22) Испытания на усталостную прочность компонентов и виброиспытания оборудования проводятся в диапазоне параметров:
1. от 2 до 2000 Гц 588 м/с^2;
2. нет правильных ответов;
3. от 12 до 2000 Гц 588 м/с^2;
4. от 2 до 200 Гц 588 м/с^2.

23) Исследование силовых факторов, возникающих при ударе проводятся в диапазоне параметров:
1. от 78 до 9806 м/с^2, от 1 до 60 м/с;
2. от 98 до 906 м/с^2, от 1 до 60 м/с;
3. от 98 до 9806 м/с^2, от 1 до 60 м/с;
4. от 98 до 9806 м/с^2, от 1 до 50 м/с.

24) Исследование сопротивления усталостному разрушению при перевозке компонентов, материалов и оборудования проводятся в диапазоне параметров:
1. 392 м/с^2 6 мс 196 м/с^2 11 мс;
2. нет правильных ответов;

3. 192 м/с^2 6 мс 196 м/с^2 11 мс;
4. 392 м/с^2 6 мс 296 м/с^2 11 мс.

25) Исследования влияния свойств припоя на качество электронного оборудования проводятся в диапазоне параметров:
1. от 240°С до 400°С;
2. от 200°С до 300°С;
3. от 200°С до 400°С;
4. от 210°С до 400°С.

26) Исследование неисправностей, причиненных статическим электричеством при «сухих» условиях, сопротивление компонентов и частей статическому электричеству проводятся в диапазоне параметров:
1. от 10 кВ до 30 кВ;
2. от 12 кВ до 30 кВ;
3. от 10 В до 30 В;
4. от 10 кВ до 40 кВ.

27) Если были проведены работы по ремонту или реконструкции установки, то они также должны отвечать:
1. требованиям РД и ПУЭ;
2. требованиям ГОСТ и СНиП;
3. требованиям СНиП и ПУЭ;
4. требованиям ГОСТ и ПУЭ.

28) Одним из основных документов, который разрешает эксплуатацию установки, является:
1. протокол наладочных испытаний;
2. протокол технических испытаний;
3. акт приёмосдаточных испытаний;
4. протокол приёмосдаточных испытаний.

29) Периодические испытания предназначены для продукции:
1. единичного производства;
2. установившегося несерийного производства;
3. нет правильных ответов;
4. установившегося серийного (массового) производства.

30) Пусконаладочные работы подразделяются на работы по наладке:
1. технологического оборудования и средств безопасности;
2. технологического оборудования и средств автоматизации;
3. энергетического оборудования и средств автоматизации;
4. технологического оборудования и сетевого оборудования.

Примерный перечень задач для семинарских занятий

Задача 1. Картонный лист толщиной 2δ=2 мм после сушки в сушильной машине с температурой t_0=140 °С помещен в цеху, где омывается воздухом с температурой $t_в$=20 °С. Определить температуры в середине и на поверхности листа через τ=30 мин после начала охлаждения. Коэффициент теплопроводности картона λ=0,2 Вт/м·град, коэффициент теплоотдачи от поверхности картона к окружающему воздуху δ=35 Вт/м^{2}град. Плотность картона ρ=350 кг/м^3, теплоемкость картона с=1,5 кДж/(кг·град).

Задача 2. Стальной брусок с размерами граней 100; 300 и 600 мм и температурой t_0=10 °С помещен в муфельную печь, где температура ее объема составляет 1600 °С. Определить температуру в центре бруска через два часа после загрузки его в печь, если коэффициенты теплопроводности и температуропроводности стали равны соответственно λ=18 Вт/м·град и а=3,5·10^{-6} м^2/с, а коэффициент теплоотдачи на поверхности бруска составляет α=200 Вт/м^2·град.

Задача 3. Внутренняя часть реактора выполнена из кислотостойкого материала. Внешняя часть представляет собой тепловую изоляцию. Коэффициент теплопроводности кислотостойкого слоя толщиной δ=250 мм составляет λ=1,86 Вт/м·град, а коэффициент температуропроводности а=3,8·10−7 м^2/с. Температура реактора равна t_0=40 °С. Рассчитать температуру внутренней и внешней поверхности реактора через 10 часов после принятия реактором раствора с температурой 300 °С. Коэффициент теплоотдачи от раствора к стенке реактора α=350 Вт/м^2 град.

Задача 4. Водяной экономайзер котлоагрегата изготовлен из круглых ребристых чугунных труб, наружным диаметром d=76 мм, диаметр ребер D=200 мм, толщиной δ=5 мм. Определить количество теплоты, которое будет передаться от горячих газов с температурой t=400 °С к внешней поверхности трубы, температуру на конце ребра, если температура у основания ребер t_0=180 °С.

Задача 5. Необходимо установить расходомерное устройство с сужением на трубопровод 219х7 с теплоносителем – горячая вода с температурой около 100 °С. Имеем следующие исходные данные: ориентировочный (усредненный) расход GH, т/ч, м^3/ч – 100 или 0,028 м^3/с; напор НН, м – 50; удельная теплоемкость воды (при 100 град) сВ, кДж/кг·°С. – 4,22; ожидаемая разница температур между прямой и обратной сетевой водой, $t_П$ – t_0, °С – +25; продолжительность отопительного периода (9 мес.) Т, ч – 6480. По ГОСТ 8.586.1 необходимое сужение – 90,3 мм. Рассчитать потери тепла в случае установки диафрагмы.