Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.11.2023 12:16:24
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/
«16» февраля 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН»

Направление подготовки
08.03.01 «Строительство»

Профиль
«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Москва, 2023 г.

РАЗРАБОТАНО:
декан, к.т.н. К.И. Лушин

Согласовано:
Руководитель образовательной программы, Заведующий кафедрой
«Промышленное и гражданское строительство», к.т.н. А.Н. Зайцев

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 7
3. Структура и содержание дисциплины 8
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 8
3.2 Тематический план изучения дисциплины 8
3.3 Содержание дисциплины 9
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 12
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 12
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 12
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 12
4.2 Основная литература 14
4.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 15
4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 15
5. Материально-техническое обеспечение 15
6. Методические рекомендации 15
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ....**Ошибка! Закладка не определена.**
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.. **Ошибка! Закладка не определена.**
7. Фонд оценочных средств 17
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 17
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 17
7.3 Оценочные средства 17

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН» состоит из трех структурно и методически согласованных разделов: «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции», «Системы теплогазоснабжения», «Вентиляционные системы и кондиционирование воздуха».

Дисциплина «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН» является одной из основных дисциплин базовой части учебного плана по направлению 08.03.01 «Строительство».

Целью дисциплины «Техническая термодинамика и тепломассообмен» является освоение основных законов термодинамики, изучение термодинамических процессов обратимых и необратимых стационарных и нестационарных. Освоение основных закономерностей течения газа в соплах и диффузорах. Изучение термодинамических циклов различных процессов и систем принципов действия и конструктивных особенностей тепло- и парогенераторов, трансформаторов теплоты, холодильников и холодильных машин, теплообменных аппаратов и устройств, тепломассообменных процессов, происходящих в различные рода тепловых установок и отдельных химических реакторах.

Задачей дисциплины является подготовка высококвалифицированного строителя, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования.

Обучение по дисциплине «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-8. Способен осуществлять и контролировать технологические процессы строительного производства и строительной индустрии с учётом требований производственной и экологической безопасности, применяя известные и новые технологии в области строительства и строительной индустрии	**ИОПК-8.1** Знает: – этапы технологического процесса строительного производства и строительной индустрии; – регламент технологического процесса – нормы промышленной, пожарной, экологической безопасности при осуществлении технологического процесса; – вид документации для сдачи/приёмки законченных видов/этапов работ (продукции). **ИОПК-8.2** Умеет: – выполнять контроль результатов осуществления этапов технологического процесса

	строительного производства и строительной индустрии; – составлять нормативно-методический документ, регламентирующий технологический процесс; – контролировать соблюдение норм промышленной, пожарной, экологической безопасности при осуществлении технологического процесса; – выполнять подготовку документации для сдачи/приёмки законченных видов/этапов работ (продукции); **ИОПК-8.3** Владеет: – методикой контроля результатов осуществления этапов технологического процесса строительного производства; – алгоритмом составления нормативно-методического документа
ОПК-10. Способен осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт объектов строительства и/или жилищно-коммунального хозяйства, проводить технический надзор и экспертизу объектов строительства	**ИОПК-10.1** Знает: – перечень работ, выполняемых производственным подразделением, по технической эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту строительного объекта; – виды мероприятий по контролю технического состояния и режимов работы объекта; – перечень мероприятий по контролю соблюдения норм промышленной и противопожарной безопасности в процессе эксплуатации профильного объекта профессиональной деятельности, перечень мероприятий по обеспечению безопасности; – виды ремонтных работ, выполняемых на строительном объекте; – методику и критерии оценки технического состояния строительного объекта ИОПК-10.2 Умеет: – составлять перечень выполнения работ производственным подразделением по технической

	эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту; – составлять перечень мероприятий по контролю технического состояния строительных конструкций; – оценивать результаты выполнения ремонтных работ на объекте; ИОПК-10.3 Владеет: – навыками выбора мероприятий по контролю технического состояния и режимов работы строительного объекта для включения в перечень; – навыками выбора мероприятий по контролю соблюдения норм промышленной и противопожарной безопасности в процессе эксплуатации объекта капитального строительства; – навыками выбора работ, выполняемых производственным подразделением, по технической эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту профильного объекта. – методикой оценки результатов выполнения ремонтных работ на строительном объекте; – методикой оценки технического состояния объекта капитального строительства
ПК-6. Способен организовывать работы по эксплуатации и обслуживанию объектов жилищно-коммунального хозяйства	ИПК 6.1. Выбирает нормативно-технические и нормативно-методические документы, устанавливающие требования к эксплуатации и обслуживанию объекта жилищно-коммунального хозяйства ИПК 6.2. Составляет планы работ по обслуживанию, ремонту, повышению энергоэффективности объекта жилищно-коммунального хозяйства ИПК 6.3. Выбирает мероприятия по техническому обслуживанию строительных конструкций, инженерных систем ИПК 6.4. Определяет потребности в трудовых и материальных ресурсах для обеспечения эксплуатации и обслуживания

	объекта жилищно-коммунального хозяйства ИПК 6.5. Составляет энергетический паспорт объекта жилищно-коммунального хозяйства ИПК 6.6. Контролирует соблюдение правил и норм технической эксплуатации объекта жилищно-коммунального хозяйства ИПК 6.7. Выявляет повреждения и отказы объекта жилищно-коммунального хозяйства ИПК 6.8. Оценивает соответствие технического состояния объекта жилищно-коммунального хозяйства нормативным требованиям по безопасности ИПК 6.9. Выбирает мероприятия по обеспечению сохранности объекта жилищно-коммунального хозяйства, его защите от вредного воздействия окружающей среды, устранению выявленных нарушений ИПК 6.10. Проводит осмотры, техническое обслуживание, контроль качества работ по эксплуатации объекта эксплуатации объекта жилищно-коммунального хозяйства и документирует их результаты. ИПК-6.11. Выявляет и обосновывает потребности в ремонте объекта жилищно-коммунального коммунального хозяйства ИПК-6.12. Составляет описи ремонтных работ на объект жилищно-коммунального хозяйства ИПК-6.13. Составляет план мероприятий по обеспечению промышленной и экологической безопасности, охраны безопасности, охраны труда при эксплуатации и обслуживании объекта жилищно-коммунального хозяйства ИПК-6.14. Выбирает способ повышения энергоэффективности при эксплуатации объекта жилищно-коммунального коммунального хозяйства.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных дисциплин обязательной части базового цикла (Б1) ООП. Дисциплина логически взаимосвязана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Основы архитектуры зданий;
- Основы водоснабжения и водоотведения;

- Основы технической эксплуатации объектов строительства;
- Основы BIM технологий.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (216 часов).

Изучается на 3 и 4 семестрах обучения. Форма промежуточной аттестации: зачёт и экзамен соответственно.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3 семестр	4 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**108**	**54**	**54**
	В том числе:			
1.1	Лекции	54	28	26
1.2	Семинарские/практические занятия	28	26	-
1.3	Лабораторные занятия	26	-	28
2	**Самостоятельная работа**	**108**	**54**	**54**
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита графических работ			
2.2	Самостоятельное изучение	108	54	54
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачёт	экзамен
	Итого	**216**	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

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	
		216	**54**	**26**	**28**		**108**
1	Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники.	**8**	**2**	**2**			**4**
2	Газы и газовые смеси.	16	4	2	2		8
3	Теплота и теплоемкость газов.	8	2	2			4

4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	14	4	2			8
5	Энтропия. PV- и TSдиаграммы.	10	2		4		4
6	Термодинамические процессы.	14	4	2			8
7	Водяной пар, основные свойства.	10	2		4		4
8	Основные характеристики влажного воздуха.	**14**	**4**	**2**			**8**
9	Термодинамика потока	10	2		4		4
10	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	16	4	2	2		8
11	Регенеративные циклы Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами	10	2		4		4
12	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	14	4	2			8
13	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	**8**	**2**	**2**			**4**
14	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	**16**	4	2	2		8
15	Сравнение паровых и газовых циклов. Повышение КПД теплоэнергетических установок.	10	2	2	2		4
16	Циклы холодильных установок и тепловых насосов.	14	4	2			8
17	Тепловые насосы. Методы ожижения газов	10	2		4		4
18	Тема 15. Современные технологии в области вентиляции и кондиционирования.	14	4	2			8

3.3 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3

1	Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники.	Предмет технической термодинамики. Характеристика дисциплины, ее место в системе подготовки бакалавра теплоэнергетика. Значение теплоэнергетики в народном хозяйстве и ее роль в решении задач развития общества. Основные направления развития энергетики. Понятие о нормальных физических условиях. Теплота и работа как формы передачи энергии.
2	Газы и газовые смеси.	Понятие идеального и реального газов с точки зрения МКТ. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основные газовые законы. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Газовые смеси. Закон Дальтона.
3	Теплота и теплоемкость газов.	Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объёме и постоянном давлении Зависимости теплоёмкости от температуры. Теплоёмкость газовых смесей.
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	Понятие внутренней энергии. Теплота. Работа. Сущность первого закона термодинамики и его аналитическое выражение. Энтальпия.
5	Энтропия. PV- и TS-диаграммы.	Понятие об энтропии. Энтропия реальных тел. Изменение энтропии тел, участвующих в реальных процессах. Энтропия изолированной системы и ее изменение при протекании в ней обратимых и необратимых процессов PV- и TS-диаграммы.
6	Второе начало термодинамики. Круговые процессы	Изменение состояния газов. Сущность второго закона термодинамики. Круговые процессы и циклы. Термический КПД. Цикл Карно теплового двигателя.
7	Термодинамические процессы.	Общие методы исследования. Термодинамический процесс. Процессы обратимые и необратимые. Основные термодинамические процессы в идеальных газах. (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный)
8	Водяной пар, основные свойства.	Пары, основные определения. Водяной пар. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах. Понятие об уравнение Вулкаловича-Новикова и Боголюбова-Майера.
9	Основные характеристики влажного воздуха.	Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. H-d диаграмма влажного воздуха.
10	Термодинамика потока	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Скорость истечения. Скорость звука. Критическая скорость и критические параметры при истечении через сопло.

11	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	Принципиальная схема и цикл паротурбинной установки (ПТУ) на насыщенном водяном паре (цикл Карно). Практическая целесообразность использования цикла ПТУ на перегретом водяном паре и сжатии рабочего тела в жидкой фазе (цикл Ренкина). Идеальный цикл паротурбинной установки и ее КПД. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки. Влияние начальных параметров и конечного давления на тепловую экономичность ПТУ. Промежуточный перегрев пара и его влияние на экономичность ПТУ.
12	Регенеративные циклы Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.	Регенеративные циклы ПТУ при постоянном количестве работающего тела и при отборах пара на регенерацию. КПД регенеративного цикла ПТУ. Удельные расходы пара и теплоты в ПТУ. Термодинамические основы теплофикации. Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.
13	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Цикл и индикаторная диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл со смешанным подводом теплоты. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.
14	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	Принципиальная схема и цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. ГТУ с замкнутым и разомкнутым процессами. КПД идеальной ГТУ. Методы повышения тепловой экономичности ГТУ. Циклы ГТУ с регенерацией. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением и многоступенчатым подводом теплоты в ГТУ.
15	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПГ, полузависимые.
16	Сравнение паровых и газовых циклов. Повышение КПД теплоэнергетических установок.	Сравнение достоинств и недостатков паровых и газовых циклов. Задача повышения КПД теплоэнергетических установок.
17	Циклы холодильных установок и тепловых насосов.	Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент. Коэффициент трансформации теплоты. Схема и цикл воздушной холодильной установки. Термодинамические свойства рабочих тел парокомпрессионных трансформаторов теплоты. Схема, цикл и холодильный коэффициент парокомпрессионной холодильной установки. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной установки.
18	Тепловые насосы. Методы ожижения газов	Принцип действия теплового насоса. Термодинамическое сравнение эффективности теплового насоса и теплофикации. Методы ожижения газов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование практических работ
1	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач
2	Второй закон термодинамики. Круговые процессы	Определение изобарной теплоемкости
3	Термодинамические процессы.	Определение параметров влажного воздуха
4	Основные характеристики влажного воздуха.	Изучение адиабатного истечения газа через сужающееся сопло. Исследование кривой насыщения для воды и водяного пара

3.4.2. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторныз работ
1	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	Исследование процесса истечения из суживающегося сопла
2	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	Цикл со смешанным подводом теплоты. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.
3	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	Циклы ГТУ с регенерацией. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением и многоступенчатым подводом теплоты в ГТУ.
4	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПГ, полузависимые.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 12.1.005-88 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс]: утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 N 3388) (ред. от 20.06.2000). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. ГОСТ 30494-2011 Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]: введен в действие Приказом Росстандарта от 12.07.2012 N 191-ст. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01–2003 [Электронный ресурс]: утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2020 N 921/пр. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. СП 131.13330.2020 Свод правил. Строительная климатология» СНиП 23-01-99* [Электронный ресурс]: утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 24.12.2020 N 859/пр). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. СП 50.13330.2012 Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. [Электронный ресурс]: утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012 N 265) (ред. от 14.12.2018). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. ГОСТ 31166-2003 Межгосударственный стандарт. Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи» [Электронный ресурс]: введен в действие Постановлением Госстроя РФ от 02.06.2003 N 48). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. ГОСТ 31167-2009 Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натурных условиях [Электронный ресурс]: введен в действие Приказом Росстандарта от 10.11.2010 N 361-ст). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. ГОСТ 31168-2014 Межгосударственный стандарт. Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление» [Электронный ресурс]: введен в действие Приказом Росстандарта от 09.07.2014 N 772-ст). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. ГОСТ 26629-85 Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций [Электронный ресурс]: утв. и введен в действие Постановлением Госстроя СССР от 05.10.1985 N 173). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. СП 23-101-2004 Свод правил. Проектирование тепловой защиты зданий [Электронный ресурс]: одобрен и рекомендован к применению Письмом Госстроя РФ от 26.03.2004 N ЛБ-2013/9. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
11. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями и дополнениями)» //СПС КонсультантПлюс.
12. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62296) // СПС КонсультантПлюс.
13. ГОСТ 33125-2014 Межгосударственный стандарт. Устройства солнцезащитные. Технические условия [Электронный ресурс]: введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2042-ст). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

14. СП 370.1325800.2017 Свод правил. Устройства солнцезащитные зданий. Правила проектирования [Электронный ресурс]: утв. Приказом Минстроя России от 05.12.2017 N 1615/пр). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
15. СП 51.13330.2011 Свод правил. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [Электронный ресурс]: утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 N 825 (ред. от 05.05.2017). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4.2 Основная литература

1. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные. —Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 172 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22626.html. — ЭБС «IPRbooks»

2. Цветков О.Б. Термодинамика. Тепломассообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ ЦветковО.Б., Лаптев Ю.А., Ширяев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 64 с.— Режим доступа:http://www.iprbookshop.ru/68191.html. — ЭБС «IPRbooks»

3. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственныйтехнический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 90 с.— Режим доступа:http://www.iprbookshop.ru/80120.html. — ЭБС «IPRbooks».

4.2.1 Дополнительная литература

1. Турлуев Р.А-В. Методические указания к выполнению самостоятельной работы. Техническаятермодинамика и теплотехника. ГГНТУ- 2014.

2. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания // Термодинамические параметры ипроцессы идеальных газов. Законы идеальных газов и газовые смеси. ГГНИ - 2005, 44 с.

3. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Второй закон термодинамики.Реальные газы (пары) и их свойства. ГГНИ -2005, 18 с.

4. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ - 2005, 25 с.

5. Исаев Х.А., Ельмурзаев А.А. Методические указания //Тепловой расчет парогенератора.ГГНИ – 2002.

4.2.2 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) в настоящее время находится в разработке.

4.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

- МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
- 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/
- Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
- VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
- Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.4 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-образовательном комплексе «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 соответствие 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:

Во втором семестре:

- подготовка к практическим занятиям, выполнение графических заданий и их защита; тест; защита практических работ; дифференциальный зачет.

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).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме зачёта и экзамена 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 методом экспертной оценки.

Шкала оценивания для зачета:

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные РПД. 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.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных РПД. 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.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения в форме экзамена представлена в следующих таблицах**:**

Оценка по экзамену

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.
Хорошо	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.
Удовлетворительно	Выполнены не все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, но не может применить их в ситуациях повышенной сложности.
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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: *расчетно-графические самостоятельные работы, тесты.*

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в 3 и 4 семестрах обучения в форме зачета и экзамена.

Регламент проведения зачета и экзамена:

1. В билет включается 3 вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания
2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и практических занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (диффзачета) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.3. Вопросы для подготовки к зачету

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Изолированная и неизолированная термодинамические системы. Равновесные и неравновесные системы.
3. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
4. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
5. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
6. Уравнение состояния реальных газов.
7. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов.

8. Состав смеси газов. Выражение массовых долей компонента.
9. Выражение объемных долей компонентов смеси. Парциальный объем смеси. Закон Амага.

Определение удельного объема смеси.

10. Определение газовой постоянной смеси по известным массовым долям. Кажущаяся молекулярная масса смеси газов.
11. Газовая постоянная. Формулы определения.
12. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
13. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
14. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
15. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
16. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
17. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
18. Второй закон термодинамики.
19. Цикл Карно. Термический КПД.
20. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный) метод исследования процессов.

7.3.4. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные виды теплообмена.
2. Теплопроводность. Основные понятия.
3. Основной закон и уравнение теплопроводности
4. Коэффициент теплопроводности. Физический смысл. Зависимость от температуры.
5. Дифференциальное уравнение теплопроводности в декартовых и цилиндрических координатах.
6. Коэффициент температуропроводности.
7. Условия однозначности для процессов теплопроводности.
8. Математическая постановка задачи теплопроводности.
9. Теплопроводность при стационарном режиме.
10. Теплопроводность через плоскую стенку при граничных условиях 1 рода.
11. Передача тепла через плоскую многослойную стенку.
12. Теплопроводность через цилиндрическую стенку при граничных условиях 1 рода.
13. Теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
14. Теплопроводность шаровой стенки.
15. Теплопроводность при нестационарном режиме.
16. Численные методы решения задач теплопроводности.
17. Конвективный теплообмен. Процесс теплоотдачи. Естественная и вынужденная конвекции.
18. Закон Ньютон-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
19. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
20. Условия однозначности для процессов конвективного теплообмена.
21. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
22. Методы подобия и размерности. Физическое подобие.
23. Теоремы подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения.
24. Определяющая температура. Определяющий размер.
25. Эмпирические формулы в критериальном виде.

26. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Течение жидкости в трубах и каналах.
27. Поперечное обтекание одиночной круглой трубы и пучка труб.
28. Теплообмен при больших скоростях потока.
29. Теплообмен при естественной конвекции.
30. Теплообмен при кипении жидкости.
31. Теплоотдача при конденсации пара.
32. Тепловое излучение. Основные понятия и определения.
33. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.
34. Лучистый теплообмен между двумя телами.
35. Лучистый теплообмен между газом и его оболочкой.
36. Лучистый теплообмен между поверхностями, разделенными диатермичной средой.
37. Процессы сложного теплообмена и теплопередача.
38. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенку.
39. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
40. Критический и эффективный диаметр тепловой изоляции.