

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

(должность, уч. степень, звание)

Н.И. Ускова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«21» апреля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Термодинамика и теплотехника»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Наименование направленности	Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.С. Тимощук

(инициалы, фамилия)

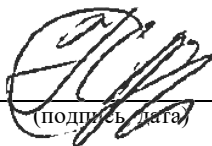
Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«21» апреля 2025 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

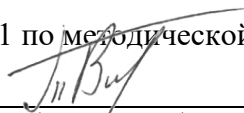
Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Термодинамика и теплотехника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленности «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со знанием основных законов технической термодинамики и теории теплообмена, теоретических основ и расчетов термодинамических процессов, протекающих в авиационных двигателях, текущим состоянием и направлениями развития технологии и научно-технического прогресса в области преобразования тепловой энергии, основами эксплуатации теплотехнического оборудования, тепловых двигателей, применяемых в авиации и в народном хозяйстве.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

формирование у обучающихся комплекса знаний, умений и навыков в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты, термодинамического исследования рабочих процессов в теплообменных аппаратах, теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в авиационной отрасли.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов	ОПК-1.3.3 знать методы расчета и типовые расчетные модели элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость ОПК-1.3.4 знать основные эксплуатационно-технические свойства функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей ОПК-1.У.1 уметь решать прикладные задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности ОПК-1.У.3 уметь оценивать основные эксплуатационно-технические свойства функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей ОПК-1.В.1 владеть методами решения прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, а также расчета элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость ОПК-1.В.2 владеть методами оценивания значений параметров физических систем и эксплуатационно-технических свойств функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Материаловедение»;
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика»;
- «Физические основы получения информации»;

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Исследование динамических свойств летательных аппаратов»;
- «Аэромеханика»;
- «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Тема 1. Техническая термодинамика	4		4		8
Тема 2. Теория теплообмена	4		4		8
Тема 3. Рабочие процессы ДВС	4		4		8
Тема 4. Рабочие процессы паротурбинных и газотурбинных установок	2		2		8
Тема 5. Теплоэлектроэнергетика	3		3		6
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17		17		38

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	<p>Тема 1. Техническая термодинамика. Введение. Краткие исторические сведения о развитии науки. Теоретические основы энергетических машин, термодинамические параметры, уравнение состояния, теплоёмкость, внутренняя энергия, механическая работа, энтальпия, энтропия, термодинамические диаграммы; термодинамические процессы идеального газа; основные свойства воды и водяного пара; первый закон термодинамики; цикл Карно; второй закон термодинамики.</p>
	<p>Тема 2. Теория теплообмена. Способы распространения тепла и виды теплообмена. Теплопроводность, термическое сопротивление. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Основные числа подобия-Нуссельта, Прандтля, Грасгофа, Рейнольдса. Уравнения подобия. Уравнение подобия для случая свободной конвекции. Лучистый теплообмен. Лучистый тепловой поток от нагретой поверхности в неограниченную среду. Теплопередача. Тепло-массообменные устройства.</p>
	<p>Тема 3. Рабочие процессы ДВС. Источники энергии и топливные ресурсы. Двигатели внутреннего сгорания и их основные характеристики: индикаторная, эффективная и литровая мощности. Индицирование двигателя. Зависимость давления в цилиндре под поршнем от угла поворота коленчатого вала. Переход к зависимости давления от объёма газа в цилиндре под поршнем. Нахождение индикаторной работы за цикл и индикаторной мощности. Расход топлива. Тепловой баланс ДВС. Перспективы развития двигателестроения.</p>
	<p>Тема 4. Рабочие процессы паротурбинных и газотурбинных установок. Паровые турбины. Типы турбин.. Устройство и принцип действия. Паротурбинные установки: схемы, характеристики, принцип работы, идеальные циклы, термический КПД. Компрессоры. Газовые турбины. Газотурбинные установки. Цикл газотурбинной установки. КПД. Реактивные двигатели, их устройство, принцип действия. ВРД и ЖРД.</p>
	<p>Тема 5. Теплоэлектроэнергетика. Использование паротурбинных и газотурбинных установок на предприятиях по производству тепловой и электрической энергии. Типы тепловых предприятий. Государственные районные электростанции (ГРЭС), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Топливо для ТЭЦ и ГРЭС. Типы используемых турбин. Ядерная энергия, цепная ядерная реакция. ядерные реакторы. Атомные электростанции. Атомная энергия. Термоядерный синтез.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1.	Тема 1. Техническая термодинамика	4		
2.	Тема 2. Теория теплообмена	4		
3.	Тема 3. Рабочие процессы ДВС	4		
4.	Тема 4. Рабочие процессы паротурбинных и газотурбинных установок	2		
5.	Тема 5. Теплоэлектроэнергетика	3		
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		28
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		4
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		6
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в
п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Ерофеев В.Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для вузов / В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 199 с.	
	Калекин В.С. Гидравлика и теплотехника: учебное пособие для вузов / В.С. Калекин, С.Н. Михайлец. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 318 с.	
	Меркулов, М. В. Теплотехника, техническая термодинамика и теплоснабжение геологоразведочных работ : учебник и практикум для вузов / М. В. Меркулов, В. А. Косьянов, С. В. Головин. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 330 с.	
	Теплотехника. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Л. Ерофеев [и др.] ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 395 с.	
	Гусев, А. А. Основы гидравлики : учебник для СПО / А. А. Гусев. – М. : Юрайт, 2019.	
	Цирельман Н. М. Техническая термодинамика: Учебное пособие. –2_е изд., доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 352 с.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
ac-raee.ru	Ассоциация инженерного образования России
Favt.gov.ru	Росавиация
Roscosmos.ru	Роскосмос

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила

использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Первый закон термодинамики.	ОПК-1.3.3
2	Параметры рабочего тела p, V, T, U, i, S .	
3	Внутренняя энергия рабочего тела. Физический смысл и размерность.	

4	Процессы обратимые и необратимые. Равновесные и неравновесные.	ОПК-1.3.4
5	Энтальпия. Физические свойства.	
6	Теплоёмкость рабочего тела	
7	Изохорный процесс газа. Изобарный процесс газа.	ОПК-1.У.1
8	Изотермический процесс газа.	
9	Адиабатный процесс газа.	
10	Второй закон термодинамики	ОПК-1.У.3
11	Формулировки второго закона термодинамики.	
12	Цикл Карно и его свойства.	
13	Таблицы водяного пара.	ОПК-1.В.1
14	$i - S$ диаграмма водяного пара.	
15	Адиабатический процесс водяного пара. Изображение процесса в $p - V$, $i - S$ и $T - S$ диаграммах.	
16	Многоступенчатое сжатие в компрессоре.	ОПК-1.В.2
17	Цикл ДВС со сгоранием при $V = \text{const}$	
18	Цикл ДВС со сгоранием при $p = \text{const}$	
19	Цикл ДВС с подводом тепла при V и $p = \text{const}$	
20	Цикл ДВС со смешанным подводом тепла.	
21	Цикл газотурбинной установки	
22	Цикл паросиловой установки. Цикл Ренкина.	
23	Цикл воздушной компрессорной холодильной установки.	
24	Цикл паровой компрессорной холодильной установки.	
25	Процесс парообразования в $p - V$ диаграмме.	
26	Процесс $p = \text{const}$ водяного пара. Изображение процесса в $p - V$, $i - S$ и $T - S$ диаграммах.	
27	Повторный перегрев пара.	
28	Процесс $T = \text{const}$ водяного пара. Изображение процесса в $p - V$, $i - S$ и $T - S$ диаграммах.	
29	Таблицы средних теплоёмкостей. Определение теплоты при помощи таблиц.	
30	Удельные расходы пара и тепла в паросиловых установках	
31	Цикл газотурбинной установки с регенерацией.	
32	Уравнение состояния рабочего тела.	
33	Формула Майера.	
	Понятие «Холодильный коэффициент».	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ.	ОПК-1.3.3

	<p>Укажите изопроцесс, для которого первый закон термодинамики записывается в виде $\Delta U = A$:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Изотермический; 2) Адиабатный; 3) Изобарный; 4) Изохорный; 5) Термодинамический 	
2	<p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите процесс, при котором работа идеального газа равна нулю:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Изохорный; 2) Изотермический; 3) Изобарный; 4) Адиабатный; 5) Термодинамический. 	ОПК-1.3.3
3	<p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите математическое выражение I (первого) закона термодинамики для изобарного процесса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $Q=L$; 2) $\Delta U=Q$; 3) $\Delta U=0$; 4) $dQ = dU + dL$ 	ОПК-1.3.3
4	<p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите определение теплопроводности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) перенос теплоты при перемещении макроскопических частей жидкости (газ, кап. ж-ть, расплав Me); 2) перенос теплоты в среде (тв., ж., газ) за счет движения микрочастиц (мол., ат., e^-); 3) перенос теплоты между движущейся жидкостью и тв. пов. (стенкой); 4) превращение тепловой энергии в лучистую и перенос ее посредством электромагнитного поля. 	ОПК-1.3.4
5	<p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите величину равную нулю при протекании изохорного процесса:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ΔU; 2) PV; 3) L; 4) U. 	ОПК-1.У.1
6	<p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите определение конвекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) превращение тепловой энергии в лучистую и перенос ее посредством электромагнитного поля. 2) перенос теплоты в среде (тв., ж., газ) за счет движения микрочастиц (мол., ат., e^-); 3) перенос теплоты между движущейся жидкостью и тв. пов. (стенкой); 4) перенос теплоты при перемещении макроскопических частей жидкости (газ, кап. ж-ть, расплав Me). 	ОПК-1.У.3
7	<p>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите определение энтальпии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сумма внутренней энергии тела U и произведения давления P на объем V; 2) количество теплоты, которое необходимо сообщить телу (газу), чтобы повысить температуру какой-либо его количественной единицы (кг, m^3, моль) на 1 градус; 	ОПК-1.В.1

	3) перенос теплоты при перемещении макроскопических частей жидкости (газ, кап. ж-ть, расплав Ме). 4) перенос теплоты при перемещении макроскопических частей жидкости (газ, кап. ж-ть, расплав Ме).																					
8	Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите III ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ: 1) при температуре, стремящейся к абсолютному нулю 0 К, энтропия вещества, находящегося в конденсированном состоянии с упорядоченной кристаллической решеткой, стремится к 0; 2) количество теплоты, которое необходимо сообщить телу (газу), чтобы повысить температуру какой-либо его количественной единицы (кг, м³, моль) на 1 градус; 3) всякое изменение состояния системы происходит самопроизвольно только в том направлении, при котором может иметь место переход частей системы от менее вероятного к более вероятному распределению. 4) при температуре, стремящейся к абсолютному нулю 0 К, энтропия вещества, находящегося в конденсированном состоянии с упорядоченной кристаллической решеткой, стремится к бесконечности.	ОПК-1.В.2																				
9	Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Укажите II ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ: 1) при температуре, стремящейся к абсолютному нулю 0 К, энтропия вещества, находящегося в конденсированном состоянии с упорядоченной кристаллической решеткой, стремится к 0 2) количество теплоты, которое необходимо сообщить телу (газу), чтобы повысить температуру какой-либо его количественной единицы (кг, м³, моль) на 1 градус. 3) сумма изменений энтропии системы и внешней среды не может убывать $ds \geq \frac{dq}{T}$ 4) при температуре, стремящейся к абсолютному нулю 0 К, энтропия вещества, находящегося в конденсированном состоянии с упорядоченной кристаллической решеткой, стремится к бесконечности.	ОПК-1.В.2																				
10	Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Выберите верное утверждение: 1) при подводе теплоты к телу (dq > 0) энтропия возрастает (ds > 0), 2) при отводе теплоты (dq < 0) – энтропия возрастает (ds > 0). 3) при отводе теплоты (dq < 0) – энтальпия убывает (ds < 0) 4) при подводе теплоты к телу (dq > 0) энтропия убывает (ds < 0) <div>Таблица правильных ответов</div> <table><tr><td>1-2</td><td>2-1</td><td>3-4</td><td>4-2</td><td>5-3</td><td>6-4</td><td>7-1</td><td>8-1</td><td>9-3</td><td>10-1</td></tr></table> <div>Шкала оценивания результатов тестирования</div> <table><tr><th>% верных решений (ответов)</th><th>Шкала оценивания</th></tr><tr><td>9 - 10</td><td>отлично</td></tr><tr><td>7 - 8</td><td>хорошо</td></tr><tr><td>5- 6</td><td>удовлетворительно</td></tr><tr><td>0 - 4</td><td>неудовлетворительно</td></tr></table>	1-2	2-1	3-4	4-2	5-3	6-4	7-1	8-1	9-3	10-1	% верных решений (ответов)	Шкала оценивания	9 - 10	отлично	7 - 8	хорошо	5- 6	удовлетворительно	0 - 4	неудовлетворительно	ОПК-1.В.2
1-2	2-1	3-4	4-2	5-3	6-4	7-1	8-1	9-3	10-1													
% верных решений (ответов)	Шкала оценивания																					
9 - 10	отлично																					
7 - 8	хорошо																					
5- 6	удовлетворительно																					
0 - 4	неудовлетворительно																					

Задания для проверки остаточных знаний		
	<p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Назовите единицу измерения теплопроводности материалов.</p> <p>a) $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$</p> <p>b) $\frac{Вт}{м \cdot К}$</p> <p>c) $\frac{Вт}{м^2 \cdot К^4}$</p> <p>d) $\frac{Вт}{м^2}$</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): b) $\frac{Вт}{м \cdot К}$ – единица измерения теплопроводности материалов</p> <p>a) $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$</p> <p>c) $\frac{Вт}{м^2 \cdot К^4}$</p> <p>d) $\frac{Вт}{м^2}$</p> <p>Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Укажите средства измерений, относящихся к группе измерительных инструментов температуры</p> <p>a) Штангенциркуль; b) Пирометр; c) Микрометр; d) Профилометр; e) Дилатометр; f) Термопары.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Пирометр, дилатометр, термопары – приборы, предназначенные для измерения температуры.</p> <p>Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия. (Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце). Укажите пару «единица физической величины» - «универсальная физическая постоянная»</p> <p>a) метр</p>	ОПК-1

- b) ампер
- c) килограмм
- d) кельвин

- 1) заряд электрона
- 2) скорость света
- 3) постоянная Планка
- 4) постоянная Больцмана

Ключ с ответами

a	b	c	d
2	1	3	4

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.
(Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо).
Расположите по очередности действий порядок профилактического осмотра кабельной термопары (ТП), предназначенной для измерения температуры газообразных, жидких, сыпучих сред и твёрдых тел:

- a) проверка сопротивления изоляции ТП.
- b) проверка работоспособности ТП
- c) внешний осмотр ТП;
- d) проверка прочности крепления ТП.

Ключ с ответами

1	2	3	4
c	d	b	a

Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом.
(Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)
Сформулируйте второй закон термодинамики в виде постулата Клаузиуса.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Теплота не может самопроизвольно (без компенсации) переходить от тел с более низкой температурой к телам с более высокой температурой.

Примечание: Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;

- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- _____;
- _____;
- ...

Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГВАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГВАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий
Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ
Обязательно для заполнения преподавателем

Структура и форма отчета о лабораторной работе
Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе
Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой