

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности
/Шахов А.А./

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.15 Теплофизика

Направление подготовки: 20.03.01. Техносферная безопасность

Направленность (профиль): Защита в чрезвычайных ситуациях

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная

Институт: физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности

Кафедра: Технологических процессов в машиностроении и агроинженерии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	3	3	
Семестр/триместр	5	7,8	

Лекции	18	8	
Лабораторные занятия			
Практические (семинарские) занятия	36	12	
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет-0,2	Зачет-0,2	
Контроль			
Иные формы работы			
Самостоятельная работа	53,8	87,8	

Всего часов 108

Трудоемкость: 3 зачетных единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат технических наук, доцент Елецких С.В.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: формирование современного мировоззрения и навыков самостоятельной работы, необходимых для использования знаний по теплотехнике при изучении специальных дисциплин и дальнейшей практической деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование умения оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов;
- формирование умения рассчитывать показатели и параметры теплообмена;
- получение знаний основных процессов и циклов теплоэнергетических установок (ТЭУ), физического и математического моделирования процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках базовой части блока Б1. Дисциплины (модули)

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОК-10	Знать: – основные принципы, способы и методы познания окружающей действительности; – основные методы поиска, обобщения и анализа информации; характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.	Знает: – основы научных исследований; – методы планирования эксперимента; – требования к проведению научно-исследовательских работ (программа исследований, оборудование, аппараты и инструмент).
	Уметь: – осуществлять эффективный поиск информации и критики источников; – получать, обрабатывать и сохранять источники информации; понимать и анализировать философские проблемы	Умеет: – использовать различные методы защиты человека и опасности, связанные с его деятельностью; – использовать методы и средства оценки опасностей.
	Владеть: – методами теоретического и эмпирического исследования; – понятийно-терминологическим аппаратом в области надежности и риска.	Владеет: – навыками использования теоретического материала дисциплин при решении практических задач; – навыками проведения экспериментальных исследований,

		научно-исследовательских работ; – методами аналитических и экспериментальных исследований.
--	--	--

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и разделов	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Введение	10	2	4		4
2.	Тема 1. Предмет дисциплины и ее задачи. Термодинамические системы. Параметры состояния	5	1	2		2
3.	Тема 2. Уравнение состояния и термодинамический процесс	5	1	2		2
4.	Раздел 2. Первый закон термодинамики	14	2	4		8
5.	Тема 3. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Теплоемкость газа	7	1	2		4
6.	Тема 4. Универсальное уравнение состояния идеального газа	7	1	2		4
7.	Раздел 3. Второй закон термодинамики	14	2	4		8
8.	Тема 5. Основные положения второго закона термодинамики	7	1	2		4
9.	Тема 6. Энтропия. Цикл и теоремы Карно	7	1	2		4
10.	Раздел 4. Термодинамические процессы.	14	2	4		8
11.	Тема 7. Методы исследования термодинамических процессов.	7	1	2		4
12.	Тема 8. Изопроцессы идеальных газов. Политропный процесс	7	1	2		4

13.	Раздел 5. Термодинамика потока	14	2	4		8
14.	Тема 9. Первый закон термодинамики для потока. Критическое давление и скорость	7	1	2		4
15.	Тема 10. Сопло Лаваля. Дросселирование	7	1	2		4
16.	Раздел 6. Теплопроводность	14	2	4		8
17.	Тема 11. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку.	7	1	2		4
18.	Тема 12. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку. Стационарная теплопроводность через шаровую стенку.	7	1	2		4
19.	Раздел 7. Конвективный теплообмен	8	2	4		2
20.	Тема 13. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен.	4	1	2		1
21.	Тема 14. Закон Ньютона-Рихтмана. Краткие сведения из теории подобия.	4	1	2		1
22.	Раздел 8. Тепловое излучение	10	2	4		4
23.	Тема 15. Общие сведения о тепловом излучении. Основные законы теплового излучения.	10	2	4		4
24.	Раздел 9. Теплопередача	9,8	2	4		3,8
25.	Тема 16. Теплопередача через плоскую стенку. теплопередача через цилиндрическую стенку. Типы теплообменных	9,8	2	4		3,8

	аппаратов					
26.	<i>Зачет</i>	0,2				
27.	<i>Итого за 5 семестр</i>	108	18	36		53,8
28.	ИТОГО:	108	18	36		53,8

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и разделов	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Введение	8	1	1		6
2.	Тема 1. Предмет дисциплины и ее задачи. Термодинамические системы. Параметры состояния	3,5	0,5			3
3.	Тема 2. Уравнение состояния и термодинамический процесс	4,5	0,5	1		3
4.	Раздел 2. Первый закон термодинамики	8	1	1		6
5.	Тема 3. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Теплоемкость газа	3,5	0,5			3
6.	Тема 4. Универсальное уравнение состояния идеального газа	4,5	0,5	1		3
7.	Раздел 3. Второй закон термодинамики	9	1	2		6
8.	Тема 5. Основные положения второго закона термодинамики	4,5	0,5	1		3
9.	Тема 6. Энтропия. Цикл и теоремы Карно	4,5	0,5	1		3
10.	Раздел 4. Термодинамические процессы.	11	1	2		8
11.	Тема 7. Методы исследования термодинамических процессов.	5,5	0,5	1		4
12.	Тема 8. Изопроцессы идеальных газов. Политропный процесс	5,5	0,5	1		4
13.	<i>Итого за 7 триместр</i>	36	4	6		26
14.	Раздел 5. Термодинамика потока	18	1	1		16
15.	Тема 9. Первый закон	9	1			8

	термодинамики для потока. Критическое давление и скорость					
16.	Тема 10. Сопло Лаваля. Дросселирование	9		1		8
17.	Раздел 6. Теплопроводность	18	1	1		16
18.	Тема 11. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку	9	1			8
19.	Тема 12. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку. Стационарная теплопроводность через шаровую стенку	9		1		8
20.	Раздел 7. Конвективный теплообмен	19	1	2		16
21.	Тема 13. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен	10	1	1		8
22.	Тема 14. Закон Ньютона-Рихтмана. Краткие сведения из теории подобия	9		1		8
23.	Раздел 8. Тепловое излучение	9		1		8
24.	Тема 15. Общие сведения о тепловом излучении. Основные законы теплового излучения	9		1		8
25.	Раздел 9. Теплопередача	7,8	1	1		5,8
26.	Тема 16. Теплопередача через плоскую стенку. теплопередача через цилиндрическую стенку. Типы теплообменных аппаратов	7,8	1	1		5,8
27.	<i>Зачет</i>	0,2				
28.	<i>Итого за 8 триместр</i>	108	4	6		61,8
29.	ИТОГО:	108	8	12		87,8

Заочная форма обучения

Не реализуется.

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата, творческого задания, кейса и др.

Примеры тестовых заданий

	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
1	Которая из величин является параметром состояния газа?	А) Молекулярная масса Б) Масса В) Теплота Г) Абсолютное давление
2	Испарение – это:	А) парообразование в объеме жидкости Б) парообразование с поверхности жидкости В) переход 1 кг жидкости в пар Г) переход 1 м ³ жидкости в пар
3	В какой формулировке II закона термодинамики говорится о необходимости двух источников теплоты для преобразования тепловой энергии в механическую?	А) Карно Б) Клаузиуса В) Томсона Г) Планка
4	Указать число подобия Грасгофа!	А) $\frac{\nu}{a}$ Б) $\frac{\alpha \ell_0}{\lambda}$ В) $\frac{w \ell}{\nu}$ Г) $g \beta \theta_c \frac{\ell^3}{\nu^2}$
5	Укажите, какие элементы входят во внутренний балласт топлива?	А) O^p, N^p Б) O^p, W^p В) O^p, A^p Г) N^p, A^p
6	Какая величина является отношением массы к объему?	А) Молекулярная масса Б) Плотность В) Теплота Г) Удельный объем

7	Укажите выражение закона Бойля-Мариотта!	А) $pV = \text{const}$ Б) $p/T = \text{const}$ В) $v/T = \text{const}$ Г) $pV^k = \text{const}$
8	Влажностью пара называется отношение...	А) массы сухого пара к массе влажного Б) объема сухого пара к объему влажного В) массы жидкости к массе влажного пара Г) объема жидкости к объему влажного пара
9	Чему равна приведенная степень черноты двух параллельных поверхностей, если: $\varepsilon_1 = 0,25$; $\varepsilon_2 = 0,5$?	А) 0,14 Б) 0,8 В) 0,2 Г) 0,5
10	Повышение какой из приведенных характеристик топлива приводит к уменьшению коэффициента избытка воздуха?	А) Теплоты сгорания Б) Дискретности размола В) Влагосодержания
11	Укажите уравнение состояния идеального газа (Клапейрона) для « m » кг газа!	А) $pV = N(\mu R)T$ Б) $p(\mu v) = (\mu R)T$ В) $pV = RT$ Г) $pV = mRT$
12	Чему равен энергетический коэффициент ϕ для изохорного процесса?	А) 0 Б) $1/k$ В) ∞ Г) 1
13	Выбрать наиболее экономичный цикл в одинаковом диапазоне температур.	А) Карно Б) Ренкина В) Отто Г) Дизеля
14	Указать математическое выражение 3-мерного нестационарного температурного поля!	А) $t = f(x, \tau)$ Б) $t = f(x)$ В) $t = f(x, y, z, \tau)$ Г) $t = f(x, y, z)$
15	Какие пароперегреватели эффективнее?	А) Прямоточные Б) Противоточные В) Смешанного типа
16	По какому выражению можно определить парциальный объем компонента?	А) Vg_i Б) Vp_i/p В) p/R_iT Г) $p_iV = m_iR_iT$
17	Объемная доля компонента – это	А) парциального объема компонента к

	отношение...	объему смеси Б) массы компонента к массе смеси В) удельного объема компонента к объему смеси Г) парциальных объемов компонентов
18	Какие параметры относятся к сухому насыщенному пару?	А) v', h', s' Б) v_x, h_x, s_x В) v'', h'', s'' Г) v, h, s
19	Каким способом передается теплота поперек ламинарного пограничного слоя?	А) теплопроводностью Б) конвекцией В) излучением Г) всеми перечисленными (А+Б+В)
20	Для чего перед использованием мазут подогревается до 60...70 °С?	А) Для облегчения его перекачивания насосами, так как холодный мазут имеет высокую вязкость Б) Для возможности гравитационного осаждения воды и твердых частиц и снижения вязкости перед его перекачиванием В) Для его термического разложения на фракции с целью использования для сжигания более легких составляющих

Примерная тематика рефератов

1. Гидравлический пресс.
2. Равновесие жидкости в присутствии массовых сил. Основное дифференциальное уравнение гидростатики.
3. Условия возможности равновесия неизотермической жидкости в поле силы тяжести. Естественная (свободная) конвекция.
4. Распределение давления в тяжелой несжимаемой жидкости. Поверхности уровня. Форма свободной поверхности.
5. Сообщающиеся сосуды. Жидкостные манометры и микроманометры.
6. Определение уровней жидкостей в сообщающихся сосудах, заполненных жидкостями с разной плотностью.
7. Распределение давления в тяжелом сжимаемом газе. Барометрическая формула.
8. Распределение давления и форма поверхности жидкости в сосудах, движущихся равноускоренно.
9. Распределение давления и форма поверхности жидкости во вращающемся сосуде.
10. Определение сил давления, действующих на криволинейную поверхность и на тела, погруженные в тяжелую несжимаемую жидкость. Закон Архимеда.

11. Определение вертикальных и горизонтальных составляющих сил, действующих на тела, погруженные в тяжелую несжимаемую жидкость.

12. Плавание тел и его устойчивость. Особенности плавания тел, не полностью погруженных в жидкость. Одномерные течения жидкостей и газов (гидравлическое приближение).

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету*

Вопросы к зачету
(5 семестр, очная форма обучения;
8 триместр, очно-заочная форма обучения)

1. Предмет и метод теплофизики. Основные понятия и определения: термодинамическая система (открытая, закрытая; адиабатная; замкнутая); термодинамический процесс; окружающая среда, рабочее тело.

2. Идеальный газ, основные параметры состояния. Термическое уравнение состояния идеального газа.

3. Энергия, ее виды. Первый закон термодинамики для неподвижного газа.

4. Теплоемкость газов; массовая, молярная, объемная теплоемкости, связь между ними; изохорная, изобарная; истинная и средняя теплоемкости; способы определения теплоемкости.

5. Смеси идеальных газов. Способы задания смесей. Расчет газовой постоянной и теплоемкости смеси.

6. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный).

7. Второй закон термодинамики. Энтропия, диаграмма T-S. Расчет изменения энтропии.

8. Понятие цикла, прямой, обратный цикл. Порядок исследования циклов тепловых двигателей. Цикл Карно. Понятие термического КПД.

9. Фазовые переходы. Правило фаз Гиббса.

10. Элементы термодинамики движущегося газа. Массовый и объемный расходы. Уравнение неразрывности. Первый закон термодинамики для движущегося газа.

11. Основные закономерности соплового и диффузорного течений. Режимы течения. Критический режим течения, критические параметры. Сверхкритический режим истечения. Сопло Лавалю.

12. Циклы ДВС с подводом тепла при постоянном объеме, при постоянном давлении. Цикл ДВС со смещенным подводом тепла.

13. ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении. Способы повышения эффективности ГТУ.

14. Реальные газы, их свойства. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.

15. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.

16. Теплопроводность. Основной закон теплопроводности.

17. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана.

18. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубе.
19. Теплоотдача при естественной конвекции.
20. Лучистый теплообмен. Основные понятия и законы.
21. Сложный теплообмен. Интенсификация теплопередачи.
22. Типы теплообменных аппаратов. Основные расчетные уравнения.
23. Охрана окружающей среды от вредных выбросов.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Основная литература

1. Байков, В.И. Теплофизика: термодинамика и статистическая физика / В.И. Байков, Н.В. Павлюкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 448 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560679> (дата обращения: 24.10.2020). – Библиогр.: с. 443-444. – ISBN 978-985-06-2785-8. – Текст: электронный.

4.2 Дополнительная литература

1. Теория тепломассопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях: учебное пособие для вузов / А. Б. Шабаров [и др.]; под редакцией А. Б. Шабарова, А. А. Кислицына. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03562-9. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/453515> (дата обращения: 01.09.2020)

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный
----	---	--	---

			индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Предусмотрены помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.