

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.07 Теплотехника и тепловые машины**

**Направление подготовки:** 35.03.06 Агроинженерия

**Направленность (профиль):** Технический сервис в агропромышленном комплексе

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

**Институт:** Агропромышленный

**Кафедра:** Технологических процессов в машиностроении и агроинженерии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	3	4	
Семестр/триместр	5	A	

Лекции	16	4	
Лабораторные занятия	-		
Практические (семинарские) занятия	32	4	
в т. ч. практическая подготовка	2	2	
Форма(ы) промежуточной аттестации	зачет	зачет	
Контроль			
Иные формы работы			
Самостоятельная работа	24	64	

**Всего часов:** 72

**Трудоемкость:** 2 зачетных единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат технических наук, доцент

С.В.Елецких

# І. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цель изучения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теплотехника и тепловые машины» являются изучение законов термодинамики, ознакомление с основными термодинамическими свойствами рабочих тел и теплоносителей теплотехнических установок, методами расчета и анализа рабочих процессов и циклов теплотехнических установок с целью достижения их наивысшей энергетической эффективности.

## 1.2. Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Теплотехника и тепловые машины» являются: получение знаний студентов в области термодинамики и теплообмена, развитие навыков и умения использования элементов теплотехнического анализа при решении конкретных задач в области теплоэнергетики.

## 1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.В.01.07 Теплотехника и тепловые машины реализуется в рамках Профильно-ориентированного модуля обязательной части ОПОП.

## 1.4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Процесс изучения дисциплины «Теплотехника и тепловые машины» направлен на формирование следующих **компетенций**:

ПКС-2 Способен обеспечивать работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, ремонта и восстановления деталей машин;

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-2	Знать: принципиальные схемы, конструктивное устройство, рабочие процессы, правила эксплуатации, основы теории и расчёта параметров профессионального оборудования	Знает: принципиальные схемы, конструктивное устройство, рабочие процессы, правила эксплуатации, основы теории и расчёта параметров профессионального оборудования
	Уметь: оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различных эксплуатационных факторов	Умеет: оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различных эксплуатационных факторов
	Владеть: научно-технической информацией, отечественным и зарубежным опытом;	Владеет: научно-технической информацией, отечественным

	методами сбора и анализа исходных данных для выполнения расчетов и проектирования устройств, механизмов и систем по направлению подготовки «Агроинженерия»	и зарубежным опытом; методами сбора и анализа исходных данных для выполнения расчетов и проектирования устройств, механизмов и систем по направлению подготовки «Агроинженерия»
--	--	---

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб. астроном. часов / академ. часов
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	<b>Раздел 1. Техническая термодинамика.</b>		<b>8</b>	<b>12</b>		<b>6</b>
2.	Тема 1 Основные понятия и определения теплотехники		2	-	-	-
3.	Тема 2. Законы термодинамики		2	4	-	2
4.	Тема 3 Идеальный газ. Термодинамические процессы идеального газа		2	4	-	2
5.	Тема 4. Реальные газы. Водяной пар. Термодинамические процессы водяного пара.		2	4	-	2
6.	<b>Раздел 2. Теплопередача</b>		-	<b>4</b>	-	<b>8</b>
7.	Тема 5 Циклы теплосиловых и холодильных установок		-	2	-	4
8.	Тема 6. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением.		-	2	-	4
9.	<b>Раздел 3.</b>		<b>8</b>	<b>16</b>	-	<b>8</b>

	<b>Теплоснабжение и котельные установки</b>					
10.	Тема 7. Теплообменные аппараты		2	4	-	2
11.	Тема 8. Устройство парового котла с естественной и принудительной циркуляцией.		2	4	-	2
12.	Тема 9. Устройство вакуумной опреснительной установки.		2	4	-	2
13.	Тема 10. Топливо и его технические характеристики. Основы теории и расчет процесса горения.		2	4	-	2
14.	Зачет				-	
15.	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>24</b>
16.	<b>в т.ч. практическая подготовка</b>					

### Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	<b>Раздел 1. Техническая термодинамика.</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
2.	Тема 1 Основные понятия и определения теплотехники	1	1	-	-	5
3.	Тема 2. Законы термодинамики	10	1	1	-	5
4.	Тема 3 Идеальный газ. Термодинамические процессы идеального газа	11		1	-	5
5.	Тема 4. Реальные газы. Водяной пар. Термодинамические процессы водяного пара.	11			-	5
6.	<b>Раздел 2.</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>10</b>

	<b>Теплопередача</b>					
7.	Тема 5 Циклы теплосиловых и холодильных установок	9	1		-	5
8.	Тема 6. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением.	10	1	2	-	5
9.	<b>Раздел 3. Теплоснабжение и котельные установки</b>				-	<b>34</b>
10.	Тема 7. Теплообменные аппараты				-	10
11.	Тема 8. Устройство парового котла с естественной и принудительной циркуляцией.				-	8
12.	Тема 9. Устройство вакуумной опреснительной установки.		-	-	-	8
13.	Тема 10. Топливо и его технические характеристики. Основы теории и расчет процесса горения.		-	-	-	8
14.	Зачет					
15.	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>64</b>
16.	<b>в т.ч. практическая подготовка</b>					

**Заочная форма обучения  
не реализуется**

### III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольные работы, тестовые задания. Внутрисеместровая аттестация проводится в форме контрольных работ.

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам (модулям) осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету

#### Оценочные средства.

##### *Типовые контрольные работы*

1. Определить плотность и удельный объем окиси углерода при давлении 1 бар и температуре 300 К.
2. Каков объем 1 киломоля воздуха при давлении 8 бар и температуре 250 С.
3. Вычислить в пределах от температуры  $t_1=200$  С до температуры  $t_2 = 800$  С среднюю массовую теплоемкость воздуха при постоянном давлении.

#### *Тест*

	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 <sup>3</sup> жидкости в пар
3	В какой формулировке II закона термодинамики говорится о	А) Карно Б) Клаузиуса

	необходимости двух источников теплоты для преобразования тепловой энергии в механическую?	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) $N^p, A^p$
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
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) $p\nu = \text{const}$ Б) $p/T = \text{const}$ В) $\nu/T = \text{const}$ Г) $p\nu k = \text{const}$
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
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
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) $p v=R T$ Г) $p V=m R T$
12	Чему равен энергетический коэффициент $\phi$ для изохорного процесса?	А) 0 Б) $1/k$ В) $\infty$ 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
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
16	По какому выражению можно определить парциальный объем компонента?	А) $V g_i$ Б) $V p_i / p$ В) $p / R_i T$ Г) $p_i V = m_i R_i T$
17	Объемная доля компонента – это отношение...	А) парциального объема компонента к объему смеси Б) массы компонента к массе смеси В) удельного объема компонента к объему смеси Г) парциальных объемов компонентов
18	Какие параметры относятся к	А) $v', h', s'$



	сухому насыщенному пару?	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
	Вопрос №	Возможные ответы: А, Б, В, Г
21	Укажите значение универсальной газовой постоянной в кДж/(кмоль·К)!	А) 848 Б) 8,314 В) 8314 Г) 1,985
22	Укажите выражение закона Гей-Люссака!	А) $p v k = \text{const}$ Б) $p v = \text{const}$ В) $p/T = \text{const}$ Г) $v/T = \text{const}$
23	Степень перегрева пара – это...	А) температура пара в °С Б) температура пара в °К В) разность температур пара и насыщения Г) разность температур пара и критической
24	Которое из приведенных выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?	А) $q = k(t_{ж1} - t_{ж2})$ Б) $q = \varepsilon c_0 \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$

		$q = -\lambda \left( \frac{dt}{dn} \right)$ <p>В) <math>q = \alpha(t_1 - t_2)</math></p>	
25	<p>Которая из поверхностей нагрева котла является экономайзером?</p>		<p>А) 1 Б) 2 В) 3</p>

### Вопросы к зачету

(5 семестр, очная / А семестр очно-заочная форма обучения)

1. Предмет и метод термодинамики. 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 Т-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 Лавалля.
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 (МОДУЛЯ)**

##### **Основная литература**

1. Лифенцева Л. В. Теплотехника.- 2-е, перераб. и доп.- Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010.-188 с.- Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497728> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 143-144. – ISBN 978-5-7638-3362-1. – Текст : электронный.

##### **Дополнительная литература**

1. Теплотехника [Текст] : учеб. / под ред. А. П. Баскакова, 2010. - 326 с.
2. Ерохин В. Г. Основы термодинамики и теплотехники [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр.РФ / В.Г. Ерохин, М.Г. Маханько, 2009. - 224 с.

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

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.iglib.ru">http://www.iglib.ru</a>	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.;	Свободный доступ

## VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	<a href="http://www.school.edu.ru">www.school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Гарант.РУ – информационно-правовой портал	Свободный доступ.

## VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

– Microsoft Windows XP Professional; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Windows 8 Professional; Microsoft Windows Server 2008 Std/Ent; Microsoft Windows Server 2012R2 Standard (операционные системы для ПК; серверные операционные системы). Академические лицензии OLP (Open License). Срок действия лицензии: бессрочно.

– Microsoft Office Professional Plus 2010, Microsoft Office Professional Plus 2013 (пакет офисных приложений). Академические лицензии OLP (Open License). Срок действия лицензии: бессрочно.

– Антивирусное ПО Kaspersky Endpoint Security 10. Коммерческая лицензия для 300 компьютеров.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Занятия проводятся в учебных аудиториях для проведения лекций и семинаров. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью. Часть из них укомплектованы техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук). При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется компьютерная техника для показа учебных фильмов, демонстрации наглядных материалов и презентаций, соответствующих темам рабочей программы.

В ходе образовательного процесса осуществляется самостоятельный поиск студентами дополнительного учебного материала с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных библиотечных систем. Для осуществления самостоятельной работы имеются кабинеты, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (УК 12/3, ауд. 116). В учебном корпусе № 3 ауд.116 обеспечен свободный доступ к сети интернет .