

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

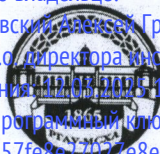
ФИО: Арженовский Александр Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 2024.03.07 13:07:59

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fedee77027e8e64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина

А.Г. Арженовский

« 23 » 09 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.06 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Инжиниринг теплоэнергетических систем

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчики: Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Канатников Ю.А., ст. преподаватель
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Кукушкина Т.С., ассистент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко, протокол № 2 от «11» сентября 2024 г.

И.о. зав. кафедрой Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Протокол № 2 от «23» сентября 2024 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой «Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко»
Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. Цель освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в учебном процессе	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
4. Структура и содержание дисциплины	9
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре	9
4.2 Содержание дисциплины	9
4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия	13
5. Образовательные технологии	16
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	18
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	18
6.1.1 Перечень тестов, выносимых на промежуточную аттестацию	18
6.1.2 Примерная тематика расчетно-графических работ.....	18
6.1.3 Примерная тематика задач по практическим занятиям.....	26
6.1.4 Вопросы для подготовки к устному опросу к защите лабораторных работ.....	30
6.1.5 Перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине	33
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	33
6.2.1 Критерии оценки выполнения тестов	36
6.2.2 Критерии оценки выполнения практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ	37
6.2.3 Тематика заданий на расчетно-графическую работу	37
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	39
7.1 Основная литература	39
7.2 Дополнительная литература	40
7.3 Нормативные правовые акты.....	41
Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	42
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	42
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	43
10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины	44
Виды и формы отработки пропущенных занятий	45
11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	45

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.06
«ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ»
для подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и
теплотехника», направленности «Инжиниринг теплоэнергетических
систем»

Цель освоения дисциплины: освоение студентами теоретических и практических знаний в области энергосбережения, развитие способности использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности; участие в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, в разработке оперативных планов работы производственных подразделений, в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах, в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», цикл Б1.В, дисциплина осваивается в 8 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).

Краткое содержание дисциплины: Топливо-энергетические ресурсы. Актуальность энергосбережения. Критерии и методы оценки эффективности использования энергии. Энергетические балансы промышленных предприятий и энергетических установок. Эффективное использование топливо-энергетических ресурсов на источниках тепловой энергии. Энергосбережение при транспорте тепловой энергии и хранении топлива. Эффективность энергосбережения в системах теплотехнологий предприятий. Энергосбережение в зданиях. Энергосбережение в электроустановках. Энергетические обследования и энергоаудит объектов теплоэнергетики и теплотехнологий. Учет энергоресурсов. Нормирование потребления и расчет потребности энергетических ресурсов.

Общая трудоемкость дисциплины: 180 часа / 5 зач. ед.

Промежуточный контроль: экзамен, расчетно-графическая работа.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» является освоение студентами теоретических и практических знаний в области энергосбережения, развитие способности использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности; участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, в разработке

оперативных планов работы производственных подразделений, в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах, в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования (программных продуктов MS Excel, Power Point, MastreSCADA и др.).

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части. Дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» являются: Экология (1 курс, 1 семестр); Безопасность жизнедеятельности (2, 3 курсы, 4, 5 семестры); Гидрогазодинамика (3 курс, 5 семестр); Техническая термодинамика (3 курс, 5 семестр); Тепломассообмен (3 курс, 5 семестр); Основы трансформации теплоты (3 курс, 5 семестр); Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (3 курс, 5 семестр); Основы водоподготовки (3 курс, 5 семестр); Процессы и аппараты (3 курс, 5 семестр); Источники и системы теплоснабжения (4 курс, 7 семестр); Котельные установки и парогенераторы (4 курс, 7 семестр); Тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 7 семестр); Системы отопления и вентиляции (4 курс, 7 семестр); Экономическое обоснование инженерно-технических решений (4 курс, 7 семестр).

Дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» является основополагающей для прохождения студентами производственной преддипломной практики.

Особенностью дисциплины является возможность использования полученных при ее изучении знаний для принятия обоснованных технических решений по энергосбережению, как при подготовке выпускной квалификационной работы, так и при осуществлении профессиональной деятельности, в том числе в области энергоаудита.

Рабочая программа дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием цифровых технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования с применением цифровых технологий и современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point) и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»	- режимы, методы и средства повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования с применением цифровых технологий и современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point) и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»	- разрабатывать цифровые модели повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования с применением для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Z;oom, Битрикс24, Skype	методами и средствами повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования с применением цифровых технологий применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Z;oom, Битрикс24, Skype
			ПКос-1.2 Осуществляет выполнение работ по повышению	- перечень работ необходимых для повышения эффективности	- выполнять работы по повышению эффективности энергетического и	- навыками выполнения работ по повышению эффективности

			<p>эффективности энергетического и теплотехнологического оборудования</p>	<p>энергетического и теплотехнологического оборудования с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point) и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»</p>	<p>теплотехнологического оборудования применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Z;oom, Битрикс24, Skype</p>	<p>энергетического и теплотехнологического оборудования с применением цифровых технологий применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Z;oom, Битрикс24, Skype</p>
			<p>ПКос-1.3 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения систем энергообеспечения предприятий</p>	<p>физическую сущность процессов, конструкции аппаратов для их проведения, пути повышения эффективности систем энергообеспечения предприятий с их применением с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office:</p>	<p>выбирать необходимые аппараты для проведения процессов в системах энергообеспечения предприятий, анализировать их работу и осуществлять требуемые технические расчеты, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных</p>	<p>методами анализа и расчета процессов и аппаратов, используемых в системах энергообеспечения предприятий, оценки эффективности их применения, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных</p>

				Word, Excel, PowerPoint); организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); осуществлять организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	программных продуктов (Mathcad, Matlab); организации его монтажа, наладки, технического обслуживания, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint; Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom
--	--	--	--	--	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	час.	в семестре № 8
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	78,4	78,4
Аудиторная работа	78,4	78,4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	22	22
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	44	44
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	10	10
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	77	77
<i>Расчетно-графическая работа (подготовка)</i>	12,4	12,4
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, и т.д.)</i>	40	40
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля	экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	КПР	
Раздел 1. Актуальность и методология оценки эффективности энергосберегающих мероприятий		8	22	-		
Раздел 2. Эффективность энергосбережения в теплоэнергетике, теплотехнологиях и теплотехнических системах АПК и ЖКХ		8	22	-		
Раздел 3. Энергоаудит объектов теплоэнергетики, теплотехнологий, АПК и ЖКХ		6	-	10		
<i>консультации перед экзаменом</i>	2				2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4				0,4	
<i>Контроль (подготовка к экзамену)</i>	24,6					24,6
Всего за 8 семестр	180	22	44	10	2,4	77
Итого по дисциплине	180	22	44	10	2,4	77

Раздел 1. Актуальность и методология оценки эффективности энергосберегающих мероприятий

Тема 1. Топливо-энергетические ресурсы

Виды энергоносителей: понятие «топливно-энергетические ресурсы – ТЭР»; природные и произведенные энергоносители; вторичные топливно-энергетические ресурсы (ВЭР) и возобновляемые ТЭР.

Характеристика энергоносителей и отдельных видов топлива: классификация и характеристика энергоносителей; характеристика отдельных видов топлива; условное топливо; первичное условное топливо; нефтяной эквивалент.

Тема 2. Актуальность энергосбережения

Топливо-энергетические балансы и энергоемкость мировой и Российской энергетики: актуальность энергосбережения в России и в Мире; государственная политика в области повышения эффективности использования энергии; энергоемкость ВВП; потенциал энергосбережения; энергосбережение и экология.

Нормативная база энергосбережения: нормативно-правовая база энергосбережения; нормативно-методическая база энергосбережения.

Тема 3. Критерии и методы оценки эффективности использования энергии

Термодинамические показатели: энергетический коэффициент полезного действия (кпд); эксергетический кпд.

Технические показатели: коэффициент выхода вторичных энергетических ресурсов (ВЭР); коэффициент утилизации ВЭР; коэффициент потребления ВЭР; доля сэкономленного топлива и теплоты; возможная выработка тепло-энергии и холода в теплоутилизационной установке.

Технико-экономические показатели: методологические основы оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и проектов; показатели коммерческой эффективности энергосберегающих мероприятий (ЭСМ); расчет показателей эффективности ЭСМ.

Тема 4. Энергетические балансы промышленных предприятий и энергетических установок

Виды энергетических балансов: понятие энергетической установки; понятие энергетического баланса энергетической установки и сущность его составных элементов.

Построение энергетического баланса промышленного предприятия: материальные балансы; энергетические балансы; эксергетические балансы; балансы электроэнергии; использование энергетических балансов для обоснования путей снижения энергозатрат.

Раздел 2. Эффективность энергосбережения в теплоэнергетике, теплотехнологиях и теплотехнических системах АПК и ЖКХ

Тема 5. Эффективное использование ТЭР на источниках тепловой энергии

Источники тепловой энергии: структура источников тепловой энергии в порядке значимости; основное назначение различных источников тепловой

энергии.

Энергосбережение в котельных: влияние автоматизации управления котлоагрегатом на экономичность его эксплуатации; значение хвостовых поверхностей нагрева в повышении экономичности работы котельных агрегатов; влияние накипи на расход топлива; экономия ТЭР при глубокой утилизации тепла уходящих газов; экономия ТЭР при переводе паровых котлов в водогрейный режим; экономия ТЭР при рациональном распределении нагрузки между несколькими одновременно работающими котлами; экономия ТЭР в автономных источниках энергии.

Тема 6. Энергосбережение при транспорте тепловой энергии и хранении топлива

Энергосбережение при транспорте тепловой энергии: способы прокладки и конструктивные особенности тепловых сетей; выбор оптимального сопротивления теплопередаче; исключение явления увлажнения теплоизоляции и тепловых потерь.

Энергосбережение при хранении ТЭР: склады твердого топлива; склады жидкого топлива; учет топлива.

Тема 7. Эффективность энергосбережения в системах теплотехнологий предприятий

Функции энергетики теплотехнологии как важнейшего фактора решения проблемы энергосбережения: масштабы и эффективность возможной экономии топлива в теплотехнологических установках; принципы безотходной технологии.

Основные направления и эффективность энергосбережения при сушке зерна: мероприятия по снижению расхода топлива на сушку; эффективность мероприятий по снижению энергозатрат на сушку; основные направления в проектировании зерносушилок с низкими энергозатратами.

Энергосбережение в высокотемпературных теплотехнологиях (на примере термических печей): энергоэффективность термических печей; мероприятия по повышению энергоэффективности термических печей.

Энергосбережение в низко- и среднетемпературных теплотехнологиях: энергосбережение в выпарных установках; энергосбережение в простых перегонных и ректификационных установках; выбор давления пара для технологического теплоснабжения.

Тема 8. Энергосбережение в зданиях

Способы энергосбережения в зданиях: повышение термического сопротивления наружных ограждающих конструкций; использование вентиляционных установок организованного притока, с утилизацией теплоты вытяжного воздуха; директивные решения по энергоресурсосбережению в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ).

Нормативные решения по энергосбережению в системах отопления и вентиляции при круглогодичном функционировании зданий: нормы МГСН; показатель и класс энергетической эффективности здания; энергетический

паспорт здания.

Техническая реализация и эффективность основных мероприятий по энергосбережению в зданиях: утилизация теплоты вытяжного воздуха; использование альтернативных источников энергии; использование тепловых насосов: общие сведения, характеристика и условия использования в ТСТ низкопотенциальных источников тепловой энергии, перспективы внедрения тепловых насосов на примере системы теплоснабжения г. Москвы.

Тема 9. Энергосбережение в электроустановках

Системы электроснабжения: линии электропередачи; силовые трансформаторы

Электротермические процессы: классификация и краткая характеристика электротермических процессов; обоснование целесообразности использования электротермических процессов; энергосберегающие мероприятия в электротермических процессах.

Электропривод оборудования предприятий: вентиляционные установки; компрессорные установки; зерносушильные установки.

Осветительные установки предприятий: эффективность внедрения новых прогрессивных источников света; основные причины потери электроэнергии при эксплуатации осветительного оборудования.

Раздел 3. Энергоаудит объектов теплоэнергетики, теплотехнологий, АПК и ЖКХ

Тема 10. Энергетические обследования и энергоаудит объектов теплоэнергетики и теплотехнологий

Задачи и виды энергетических обследований и энергоаудита: понятия и задачи энергетических обследований и энергоаудита; виды обследований потребителей энергоресурсов.

Методология энергоаудита: экспресс-обследование; углубленное обследование; методология энергоаудита промышленного предприятия; энергетический паспорт потребителя ТЭР.

Тема 11. Учет энергоресурсов

Приборный учет тепловой энергии: функциональное назначение и конструктивное построение теплового счетчика; требования к счетчикам тепловой энергии.

Датчики расхода теплоносителя: тахометрические расходомеры; электромагнитные расходомеры; ультразвуковые расходомеры; вихревые расходомеры; датчики расхода с сужающими устройствами.

Методология учета тепловой энергии: учет тепловой энергии на источнике теплоты; учет тепловой энергии у потребителя теплоты.

Приборный учет электрической энергии: виды электросчетчиков; виды тарифов и их влияние на режимы электропотребления.

Тема 12. Нормирование потребления и расчет потребности энергетических ресурсов

Нормирование расхода энергетических ресурсов: понятие нормы расхода

энергетических ресурсов; классификация норм расхода.

Нормирование и расчет расхода топлива: зерносушилка; котельная установка.

Нормирование и расчет расхода тепла: собственные нужды котельных; потери в сетях теплоснабжения; расход теплоты на отопление; расход теплоты на вентиляцию; расход теплоты на горячее водоснабжение; расход теплоты на нужды предприятия.

Нормирование расхода электроэнергии: типичная методология нормирования расхода электроэнергии; норма удельного расхода электроэнергии на привод оборудования (на примерах компрессора, насоса и установки осушки сжатого воздуха); норма удельного расхода электроэнергии на вспомогательные нужды; расход электроэнергии на освещение.

Совершенствование нормирования расхода энергетических ресурсов: значение нормирования и разработки прогрессивных норм потребления энергии.

4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий
и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Актуальность и методология оценки эффективности энергосберегающих мероприятий				30
	Тема 1 <i>Актуальность энергосбережения</i>	Лекция № 1 Актуальность энергосбережения		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	4
	Тема 2 <i>Топливо-энергетические ресурсы</i>	Практическое занятие № 1 Примеры использования I-d диаграммы	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	11
	Тема 3 <i>Критерии и методы оценки эффективности использования энергии</i>	Практическое занятие № 2 Примеры использования I-d диаграммы	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Защита практической работы № 2 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel Тестирование sdo.timacad.ru	11
	Тема 4 <i>Энергетические балансы промышленных предприятий и энергетических установок</i>	Лекция № 2 Энергетические балансы промышленных предприятий и энергетических установок		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	4

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
2.	Раздел 2. Эффективность энергосбережения в теплоэнергетике, теплотехнологиях и теплотехнических системах АПК и ЖКХ				30
	Тема 5 <i>Эффективное использование ТЭР на источниках тепловой энергии</i>	Лекция № 3 Эффективное использование ТЭР на источниках тепловой энергии		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие № 3 Примеры использования I-d диаграммы	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Защита практической работы № 3 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	11
	Тема 6 <i>Энергосбережение при транспорте тепловой энергии и хранении топлива</i>	Лекция № 4 Энергосбережение при транспорте тепловой энергии и хранении топлива		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
	Тема 7 <i>Эффективность энергосбережения в системах теплотехнологий предприятий</i>	Лекция № 5 Эффективность энергосбережения в системах тепло-технологий предприятий		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие № 4 Пример расчёта непрерывно действующей противоточной сушилки	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Защита практической работы № 4 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel Тестирование sdo.timacad.ru	11
	Тема 8 <i>Энергосбережение в зданиях</i>	Лекция № 6 Энергосбережение в зданиях		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	1
	Тема 9 <i>Энергосбережение в электроустановках</i>	Лекция № 7 Энергосбережение в электроустановках		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	1
3.	Раздел 3. Энергоаудит объектов теплоэнергетики, теплотехнологий, АПК и ЖКХ				16
	Тема 10 <i>Энергетические обследования и энергоаудит объектов тепло-энергетики и теплотехнологий</i>	Лекция № 8 Энергетические обследования и энергоаудит		Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	5
	Тема 11 <i>Учет энергоресурсов</i>	Лабораторная работа № 1 Изучение правил учета тепловой энергии	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2;	Защита лабораторной работы № 1	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
			ПКос-1.3)	COUNT.EXE	
		Лабораторная работа № 2 Изучение принципов работы приборов учета тепловой энергии	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Защита лабораторной работы № 2 COUNT.EXE	3
		Лабораторная работа № 3 Изучение конструкции и испытание ультразвукового теплосчетчика MULTICAL UF	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Защита лабораторной работы № 3 COUNT.EXE	3
		Лабораторная работа № 4 Изучение конструкции и испытание электромагнитного теплосчетчика	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Защита лабораторной работы № 4 COUNT.EXE Тестирование sdo.timacad.ru	2
	Тема 12 <i>Нормирование потребления и расчет потребности энергетических ресурсов</i>	Лекция № 9 Нормирование потребления и расчет потребности энергетических ресурсов	ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	5

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Актуальность и методология оценки эффективности энергосберегающих мероприятий		
1.	Тема 1 <i>Актуальность энергосбережения</i>	Классификация и единицы измерения топливно-энергетических ресурсов (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
2.	Тема 2 <i>Топливо-энергетические ресурсы</i>	Современный уровень и перспективы снижения энергоемкости ВВП Российской Федерации (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
3.	Тема 3 <i>Критерии и методы оценки эффективности использования энергии</i>	Термодинамические показатели оценки энергетической эффективности и особенности их применения в теплотехнике и теплотехнологиях. Технические (натуральные) показатели оценки энергетической эффективности. Показатели оценки энергетической эффективности (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
4.	Тема 4 <i>Энергетические балансы промышленных предприятий и энергетических установок</i>	Использование энергетических балансов (на примере зерносушильной установки) для обоснования путей снижения энергозатрат (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 2. Эффективность энергосбережения в теплоэнергетике, теплотехнологиях и теплотехнических системах АПК и ЖКХ		
5.	Тема 5 <i>Эффективное использование ТЭР на источниках тепловой энергии</i>	Глубокая утилизация теплоты отходящих топочных газов. Экономия ТЭР в автономных источниках энергии (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
6.	Тема 6 <i>Энергосбережение при транспорте тепловой энергии и хранении топлива</i>	Выбор оптимального сопротивления теплопередаче трубопроводов горячего теплоносителя. Энергоресурсосбережение при хранении мазута (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
7.	Тема 7 <i>Эффективность энергосбережения в системах теплотехнологий предприятий</i>	Оценка энергоэффективности шахтной рециркуляционной зерносушилки (название – согласно индивидуальному заданию), созданной на базе шахтной прямоточной зерносушилки (название – согласно индивидуальному заданию) (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
8.	Тема 8 <i>Энергосбережение в зданиях</i>	Утилизация теплоты теплого вытяжного воздуха в жилых и общественных зданиях. Методология построения термодинамического цикла парокомпрессионного теплового насоса (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
9.	Тема 9 <i>Энергосбережение в электроустановках</i>	Качество электроэнергии и его влияние на работу потребителей, затраты энергии и ресурсов. Обоснование целесообразности использования электротермических процессов (на конкретных примерах) взамен процессов с нагревом пламенем (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
Раздел 3. Энергоаудит объектов теплоэнергетики, теплотехнологий, АПК и ЖКХ		
10.	Тема 10 <i>Энергетические обследования и энергоаудит объектов теплоэнергетики и теплотехнологий</i>	Энергетический паспорт потребителя ТЭР: содержание разделов; методология разработки (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
11.	Тема 11 <i>Учет энергоресурсов</i>	Приборы учета теплоты: принципы работы и схемы; области применения. Правила учета тепловой энергии: схемы узлов учета у производителей и потребителей; расчетные формулы; формы актов и журналов учета (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))
12.	Тема 12 <i>Нормирование потребления и расчет потребности энергетических ресурсов</i>	Расчет расхода топлива на теплотехнологическую установку (на примере зерносушильной установки) Расчет потребности в тепле производственно-бытового и жилого комплексов (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3))

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины, для организации условий освоения студентами компетенций, используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной

(объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, коллективно-групповое обучение) и интерактивные технологии (дистанционная технология, электронное обучение, ТВ-технологии, сетевые технологии), в том числе с применением современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech).

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1 <i>Актуальность энергосбережения</i>	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
2.	Тема 2 <i>Топливо-энергетические ресурсы</i>	ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
3.	Тема 3 <i>Критерии и методы оценки эффективности использования энергии</i>	ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
4.	Тема 4 <i>Энергетические балансы промышленных предприятий и энергетических установок</i>	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
5.	Тема 5 <i>Эффективное использование ТЭР на источниках тепловой энергии</i>	ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
6.	Тема 6 <i>Энергосбережение при транспорте тепловой энергии и хранении топлива</i>	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
7.	Тема 7 <i>Эффективность энергосбережения в системах теплотехнологий предприятий</i>	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
8.	Тема 8	Л	Проблемная технология. Информационно-

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	<i>Энергосбережение в зданиях</i>		коммуникационная технология
9.	Тема 9 <i>Энергосбережение в электроустановках</i>	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
10.	Тема 10 <i>Энергетические обследования и энергоаудит объектов тепло-энергетики и теплотехнологий</i>	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
11.	Тема 11 <i>Учет энергоресурсов</i>	ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
12.	Тема 12 <i>Нормирование потребления и расчет потребности энергетических ресурсов</i>	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1 Перечень тестов, выносимых на промежуточную аттестацию

Необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала и предполагает проведение трех тестирований. Каждый тест состоит из 15 вопросов и содержит 25 вариантов. Тестирование проводится письменно на 3, 5 и 8 неделях учебного семестра. Выдержки из примерных билетов тестовых заданий представлены ниже. Формируемые компетенции: (ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3)).

Тест по разделу 1 «Актуальность и методология оценки эффективности энергосберегающих мероприятий»

Вопрос	Ответ
1.1 Предприятие в течение заготовительного периода тратит на сушку зерна условное топливо в количестве $B_y = 120\ 000$ кг. Определите потребность предприятия в дизельном топливе, низшая теплота сгорания которого $Q_H^p = 42\ 600$ кДж/кг	1. 98 312,8 кг; 2. 82 619,7 кг; 3. 76 363,7 кг; 4. 190 248,6 кг
1.2 Предприятие в течение заготовительного периода тратит на сушку зерна топливо в количестве $B = 100$ т в нефтяном эквиваленте. Определите потребность предприятия в тракторном керосине, низшая теплота сгорания которого $Q_H^p = 42\ 600$ кДж/кг	1. 128 626,0 кг; 2. 108 094,1 кг; 3. 99 909,1 кг; 4. 248 908,6 кг

Вопрос	Ответ
1.3 Низшая теплота сгорания природного газа при нормальных условиях $Q_n^p = 35\,800$ кДж/нм ³ . Определите низшую теплоту сгорания газа при следующих условиях: $p = 740$ мм рт. ст., $t = 22^\circ\text{C}$	1. 41 530,3 кДж/м ³ ; 2. 38 385,1 кДж/м ³ ; 3. 32 258,3 кДж/м ³ ; 4. 16 669,8 кДж/м ³
1.4 Факторы, влияющие на энергоемкость ВВП:	1. Климатические условия страны; 2. Энергетическое совершенство используемых технологий. 3. Структура ВВП (по доле доходов от различных видов деятельности); 4. Использование ручного труда
1.5 В каких единицах оценивается энергоемкость ВВП?	1. т _{у.т} / ед. вал. пр.; 2. т _{у.т} / 1000 долл. США; 3. кг _{у.т} / ед. вал. пр.; 4. кг _{у.т} / 1000 долл. США
1.6 Система электроснабжения, это:	1. совокупность устройств для производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии, создаваемая для обеспечения питания промышленных, городских, сельскохозяйственных и прочих потребителей; 2. электрическая часть установки, получающая электроэнергию от источника и преобразующая ее в другие виды энергии: механическую, тепловую, химическую, световую, энергию электромагнитного и электростатического полей; 3. комплекс электрических машин, аппаратов и систем управления, в котором электродвигатели связаны с исполнительным механизмом и преобразуют электроэнергию в механическую работу
1.7 Определить КПД конвективной сушилки с калорифером по следующим исходным данным: удельная теплота испарения влаги $q_{и} = 2450$ кДж/кг; влагосодержание воздуха до сушки $d_1 = 5$ г/кг, после сушки $d_2 = 20$ г/кг; температура воздуха начальная $t_0 = 5^\circ\text{C}$, после нагрева $t_1 = 65^\circ\text{C}$	1. 0,70; 2. 0,66; 3. 0,63; 4. 0,60
1.8 Определить КПД водогрейного котла брутто по следующим исходным данным: расход проходящей через котел сетевой воды $G_K = 20$ кг/с; энтальпия сетевой воды до котла $h_1 = 180$ кДж/кг, после котла $h_2 = 550$ кДж/кг; низшая теплота сгорания топлива $Q_n^p = 40\,000$ кДж / кг; расход топлива $B = 0,5$ кг/с	1. 0,41; 2. 0,39; 3. 0,37; 4. 0,35

Вопрос	Ответ
1.9 Из числа нижеприведенных, выберите определение, соответствующее понятию «централизованное теплоснабжение»	1. снабжение потребителей энергией; 2. снабжение потребителей теплом; 3. теплоснабжение потребителей от источников тепла через общую тепловую сеть; 4. теплоснабжение при производстве, электрической энергии и тепла в едином технологическом цикле
1.10. Рассчитать долю сэкономленного за счет использования ВЭР топлива по следующим исходным данным: количество использованной вторичной теплоты за год $Q_{\text{исп}} = 2000$ МДж / год; расход топлива в котельной $B = 6000$ кг/год; низшая теплота сгорания топлива $Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 35\,500$ кДж/кг; КПД котельной $\eta_{\text{к}} = 0,9$	1. 0,04; 2. 0,03; 3. 0,02 4. 0,01
1.11 Какой из перечисленных показателей используется для оценки эффективности использования энергии в той или иной стране?	1. суммарное производство тепловой и электрической энергии; 2. энергоемкость продукции; 3. экономия энергии; 4. энергоемкость ВВП; 5. потребление энергетических ресурсов на душу населения; 6. доля электроэнергии в общем энергетическом балансе; 7. величина расхода энергии и (или) топлива на изготовление продукции, включая расход на добычу, транспортирование, переработку полезных ископаемых и производство сырья, материалов, деталей с учетом коэффициента использования сырья и материалов
1.12 Определить КПД топки по следующим исходным данным: температура воздуха начальная $t_0 = 5^\circ\text{C}$, после нагрева $t_1 = 150^\circ\text{C}$; расход топлива $B = 2$ кг/с; низшая теплота сгорания топлива $Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 40\,000$ кДж/кг; расход сухого агента сушки $L = 250$ кг/с	1. 0,50; 2. 0,48; 3. 0,46; 4. 0,44
1.13. Определить КПД водогрейного котла брутто по следующим исходным данным: расход проходящей через котел сетевой воды $G_{\text{к}} = 20$ кг/с; энтальпия сетевой воды до котла $h_1 = 180$ кДж/кг, после котла $h_2 = 550$ кДж/кг; низшая теплота сгорания топлива $Q_{\text{н}}^{\text{p}} = 40\,000$ кДж/кг; расход топлива $B = 0,5$ кг/с	1. 0,41; 2. 0,39; 3. 0,37; 4. 0,35

Вопрос	Ответ
1.14 Рассчитать долю сэкономленного за счет использования ВЭР топлива по следующим исходным данным: количество использованной вторичной теплоты за год $Q_{\text{исп}} = 2000$ МДж/год; расход топлива в котельной $B = 6000$ кг/год; низшая теплота сгорания топлива $Q_n^p = 35\,500$ кДж/кг; КПД котельной $\eta = 0,9$	1. 0,04; 2. 0,03; 3. 0,02; 4. 0,01
1.15 Охарактеризуйте назначение ГРП	1. снижение давления газа; 2. регулирование расхода газа; 3. очистка газа

Тест по разделу 2 «Эффективность энергосбережения в теплоэнергетике, теплотехнологиях и теплотехнических системах АПК и ЖКХ»

Вопрос	Ответ
2.1 Из перечисленного перечня выберите когенерационные (когенеративные) энергетические установки	1. паротурбинная ТЭЦ; 2. ГТУ-ТЭЦ; 3. ТЭЦ на основе газопоршневого агрегата; 4. водогрейная котельная установка; 5. паровая котельная установка; 6. тепловая электростанция (ТЭС).
2.2 Из приведенного перечня характерных свойств и требований, выберите свойственные чугунным экономайзерам:	1. допускают нагрев воды до температуры кипения, с возможностью 10...15%-го испарения; 2. чувствительны к коррозии внутренних и внешних поверхностей; 3. чувствительны к гидравлическим ударам; 4. выдерживают давление до 2,4 МПа; 5. температура поступающей в экономайзер воды для предупреждения конденсации должна быть на 5...10°C выше температуры точки росы водяных паров в дымовых газах
2.3 Напротив перечисленных способов прокладки тепловых сетей поставьте номера (1...3) в порядке возрастания потерь теплоты (большому номеру соответствуют большие потери):	1. бесканальная прокладка в грунте; 2. прокладка в неветилируемых каналах; 3. прокладка в вентилируемых каналах
2.4 Из перечисленных видов и марок угля выберите угли устойчивые к самовозгоранию:	1. антрацит сортированный; 2. тощий уголь; 3. антрацит рядовой; 4. уголь марки ПС; 5. уголь марки Д; 6. бурый уголь

Вопрос	Ответ
2.5 Из приведенного перечня выделите мероприятия, приводящие к интенсификации процесса сушки зерна в области внешнего тепло- и влагообмена:	<ol style="list-style-type: none"> 1. организация непрерывного выпуска зерна; 2. рациональное сочетание технологических приемов обезвоживания зерна; 3. изменение состояния зернового слоя; 4. повышение температуры зерна, подаваемого на сушку и охлаждение; 5. равномерное распределение агента сушки
2.6 Флегмовое число, это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. отношение масс дистиллята и флегмы; 2. отношение масс покидающего 3. перегонный куб пара и флегмы; 4. отношение масс флегмы и дистиллята; 5. отношение масс флегмы и покидающего перегонный куб пара
2.7 Определить количество теплоты $Q_{\text{т.с.р}}$ (Вт), воспринимаемой солнечным водоподогревателем (гелиоустановкой), по следующим данным: поверхность тепловоспринимающей панели солнечного коллектора $F_{\text{пан}} = 10 \text{ м}^2$; суммарный удельный поток радиации на поверхность $q_{\text{с.р}} = 800 \text{ Вт/м}^2$; отражающая величина тепловоспринимающей панели $\beta_{\text{от}} = 0,25$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5 900 Вт; 2. 5 950 Вт; 3. 6 000 Вт; 4. 6 050 Вт.
2.8 Определить коэффициент преобразования теплового насоса по следующим данным: теплота подводимая к испарителю $Q_{\text{исп}} = 200 \text{ кВт}$; энергия, затрачиваемая на работу компрессора $L_{\text{комп}} = 50 \text{ кВт}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3,0; 2. 4,0; 3. 5,0; 4. 6,0.
2.9 Определить потерю активной мощности $\Delta P_{\text{Л}}$ в трехфазной кабельной линии по следующим исходным данным: ток в линии $I_{\text{Л}} = 5 \text{ А}$; сопротивление одной фазы линии $R_{\text{Л}} = 200 \text{ Ом}$.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 12 кВт; 2. 13 кВт; 3. 14 кВт; 4. 15 кВт
2.10 Определить коэффициент замены $K_{\text{зам}}$ тепловой энергии на электрическую по следующим исходным данным: удельный расход условного топлива на выработку единицы продукции с нагревом пламенем $T_1 = 50 \text{ кг}$, с электротермическим нагревом $T_2 = 20 \text{ кг}$; удельный расход электроэнергии на выработку единицы продукции с нагревом пламенем $E_1 = 5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, с электротермическим нагревом $E_2 = 15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2,8; 2. 2,9; 3. 3,0; 4. 3,1

Вопрос	Ответ
2.11 Из приведенного перечня характерных свойств и требований, выберите свойственные стальным экономайзерам:	1. допускают максимальный нагрев воды на 20...30°C ниже температуры кипения; 2. устойчивы к коррозии; 3. нечувствительны к гидравлическим ударам; 4. выдерживают давление до 2,4 МПа; температура поступающей в экономайзер воды для предупреждения конденсации должна быть на 5...10°C выше температуры точки росы водяных паров в дымовых газах
2.12 Из перечисленного перечня растворенных в воде веществ выберите свойственные для карбонатной (временной) жесткости:	1. двууглекислые соли $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$; 2. сернокислые соли CaSO_4 и MgSO_4 ; 3. хлориды CaCl_2 и MgCl_2
2.13 Из числа перечисленных мероприятий выберите относимые к среднетратным, со сроком окупаемости от 2-х до 5 лет:	1. строительство новых крупных тепло-и водоисточников; 2. Строительство модульных – блочных котельных, характеризующихся высоким КПД, тепловой мощностью до 30 МВт; 3. модернизация действующих котельных и насосных станций с установкой высокопроизводительного котельного оборудования и насосных агрегатов; 4. перевод котельных с дефицитного дорогостоящего жидкого топлива на газ или местные виды топлива – торф, отходы деревообрабатывающих предприятий и др.; 5. оптимизация процессов горения на котлах и внедрение оптимальных графиков регулирования с использованием средств автоматики и контроля; 6. использование установок для обработки воды комплексоном с целью повышения надежности и эффективности работы источников тепла; использование щелевых деаэраторов; 7. гидрохимическая промывка и электрогидро-импульсная прочистка котлов от отложений на поверхностях теплообмена

Вопрос	Ответ
2.14 Какие из перечисленных способов прокладки тепловых сетей рекомендованы СНиП 41-02-2003 для населенных пунктов:	1. бесканальная прокладка в грунте; 2. бесканальная совмещенная многотрубная прокладка в общей траншее с другими коммуникациями; 3. раздельная прокладка в подземных непроходных каналах; 4. прокладка в подземных непроходных каналах совмещенно с другими коммуникациями; 5. совмещенная прокладка в подземных коллекторах и технических подпольях зданий; 6. надземная – воздушная прокладка
2.15 Из перечисленных видов потерь твердого топлива на складах выберите относимый к источнику наибольших потерь:	1. измельчение; 2. вымывание; 3. вдавливание в грунт; 4. окисление

Тест по разделу 3 «Энергоаудит объектов теплоэнергетики, теплотехнологий, АПК и ЖКХ»

Вопрос	Ответ
3.1 Рассчитать потенциал энергосбережения $\Delta \mathcal{E}_i$ (ту.т) на выпуск продукции i -го вида, используя ниже приведенные данные: удельный расход тепловой энергии на выпуск продукции за рассматриваемый период фактический (среднеарифметический) $q_{i,\text{факт}} = 0,010$ ту.т/ед. прод., минимальный $q_{i,\text{мин}} = 0,0095$ ту.т/ед. прод.; годовой выпуск продукции $P = 50\,000$ т	1. 23,0 ту.т; 2. 24,0 ту.т; 3. 25,0 ту.т; 4. 26,0 ту.т
3.2 Из приведенного перечня выберите функции, свойственные тепловычислителю теплового счетчика:	1. измерение; 2. преобразование; 3. вычисление; 4. накопление информации; 5. хранение информации; 6. отображение информации
3.3 Выберите из приведенного перечня расходомер, принцип работы которого основан на использовании зависимости частоты вращения тела, помещенного в трубопровод, от скорости движения теплоносителя или его объемного расхода:	1. тахометрический; 2. электромагнитный; 3. ультразвуковой; 4. вихревой
3.4. Определить величину израсходованной потребителем тепловой энергии $Q_{\text{и}}$ (Гкал) по следующим данным: масса полученной потребителем сетевой воды $G = 5000$ т; энтальпия сетевой воды в подающем	1. 419,6 Гкал; 2. 429,6 Гкал; 3. 439,6 Гкал; 4. 449,6 Гкал

Вопрос	Ответ
трубопроводе $h_1 = 550$ кДж/кг, в обратном трубопроводе $h_2 = 190$ кДж/кг	
3.5 По нижеприведенным показаниям приборов (объемный расход воды в подающем трубопроводе $V = 2$ м ³ /ч, при плотности 920 кг/м ³ ; температура воды в подающем и обратном трубопроводах, соответственно $t_1 = 95^\circ\text{C}$ и $t_2 = 70^\circ\text{C}$) определить тепловую мощность отопительных приборов здания	1. 50,5 кВт; 2. 53,5 кВт; 3. 56,5 кВт; 4. 59,5 кВт
3.6 Из перечисленного перечня выбрать признаки, согласно которым нормы расхода ТЭР принято классифицировать по составу расходов:	1. индивидуальные; 2. групповые; 3. технологические; 4. общепроизводственные; 5. годовые; 6. квартальные; 7. месячные
3.7 При расчете максимального расхода теплоты на отопление учитывается температура наружного воздуха:	1. наиболее холодных суток; 2. наиболее холодной пятидневки; 3. с обеспеченностью 0,94; 4. абсолютная минимальная
3.8 Продолжительность отопительного периода определяется:	1. по числу дней с температурой $\leq 0^\circ\text{C}$; 2. по числу дней с температурой $\leq 8^\circ\text{C}$; 3. по числу дней с температурой $\leq 10^\circ\text{C}$
3.9 Норма суточного расхода горячей воды одним потребителем рассчитывается при температуре:	1. 55°C ; 2. 60°C ; 3. 65°C ; 4. 70°C
3.10 Норма удельного расхода топлива на сушку зерна рассчитывается при температуре атмосферного воздуха:	1. 0°C ; 2. 5°C ; 3. 10°C ; 4. 15°C ; 5. 20°C
3.11 Рассчитать размер месячной платы Π (тыс. руб.) за электроэнергию по двухставочному тарифу при следующих исходных данных: суммарная мощность присоединенных электроприемников $P = 1\,250$ кВт с	1. 16 001,1 тыс. руб.; 2. 16 002,1 тыс. руб.; 3. 16 003,1 тыс. руб.
3.12 Вычислить относительный потенциал энергосбережения \mathcal{E}_δ (%) на выпуск продукции, используя нижеприведенные данные: годовое потребление тепловой энергии $\mathcal{E} = 500$ т _т ; минимальный удельный расход тепловой энергии на выпуск продукции за рассматриваемый период, $q_{i,\min} = 0,0095$ т _т /ед. прод.; годовой выпуск продукции $P = 50\,000$ т	1. 3,0 %; 2. 4,0 %; 3. 5,0 %; 4. 6,0 %

Вопрос	Ответ
3.13 Из нижеприведенного перечня выберите тариф, предусматривающий оплату за мощность присоединенных электроприемников и за потребленную электроэнергию	1. одноставочный; 2. двухставочный
3.14 Рассчитать значение коэффициента k_t , учитывающего влияние температуры наружного воздуха на тепловые потери за счет инфильтрации в жилых и общественных зданиях, по следующим исходным данным: температура воздуха внутри помещения $t_b = 18^\circ\text{C}$, расчетная наружная $t_{n.o} = -32^\circ\text{C}$	1. 0,98; 2. 0,99; 3. 1,00; 4. 1,01
3.15 Рассчитать значение коэффициента $k_{q.o}$, учитывающего отличие температуры $t_{n.o}$ от нормативной, при которой установлено значение отопительной характеристики здания q_o , по следующим исходным данным: расчетная наружная $t_{n.o} = -32^\circ\text{C}$.	1. 0,99; 2. 0,98; 3. 0,97; 4. 0,96

6.1.2 Примерная тематика расчетно-графических работ

При выполнении расчётно-графических работ (РГР) по дисциплине «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» необходимо оформить отчёт в печатном виде на листах формата А4 следующего содержания.

№ п/п	Тема расчетно-графической работы
1	Энергоэффективность шахтной рециркуляционной зерносушилки (название – согласно индивидуальному заданию), созданной на базе шахтной прямоточной зерносушилки (тип – согласно индивидуальному заданию)
2	Разработка и оценка эффективности мероприятий при эксплуатации котельных установок
3	Разработка и оценка эффективности мероприятий по снижению энергозатрат при проектировании тепловых сетей
4	Разработка и оценка эффективности мероприятий по снижению энергозатрат при реконструкции тепловых пунктов
5	Разработка и оценка эффективности мероприятий по снижению энергозатрат в системах отопления жилых зданий
6	Разработка и оценка эффективности мероприятий по снижению энергозатрат в системах вентиляции хранилищ плодоовощной продукции
7	Разработка и оценка эффективности мероприятий по снижению энергозатрат в совмещенных системах отопления и вентиляции животноводческих ферм

Таблица для выбора типа зерносушилки и вида топлива

Типы рециркуляционных зерносушилок:

- 1.1. Шахтная, с каскадным подогревателем.
- 1.2. Шахтная рециркуляционная.
- 1.3. Шахтная рециркуляционная типа «Целинная», одноконтурная.
- 1.4. Шахтная рециркуляционная типа «Целинная», двухконтурная.
- 1.5. Шахтная рециркуляционная с квазиизотермическим режимом.

Ф.И.О. студента	Тип рециркуляционной зерносушилки на базе шахтной/вид топлива				
	ДСП-24	ДСП-24сн	ДСП-32	ДСП-32от	ДСП-50

	жидкое	газовое	жидкое	газовое	жидкое
1.	1.1				
2.		1.2			
3.			1.3		
4.				1.4	
5.					1.5
6.	1.1				
7.		1.2			
8.			1.3		
9.				1.4	
10.					1.5
11.	1.1				
12.		1.2			
13.			1.3		
14.				1.4	
15.					1.5
16.	1.1				
17.		1.2			
18.			1.3		
19.				1.4	
20.					1.5

Таблица для выбора рода зерновой культуры и ее влажности
(влажность зерна всех культур после сушки – 14 %)

Зерновая культура	Влажность зерна до сушки, %	Предпоследняя цифра по шифру									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пшеница твердая	17										
Пшеница мягкая с клейковиной:											
крепкой	26										
хорошей	27										
слабой	23										
Рожь продов.	24										
Ячмень продов.	22										
Овес	21										
Просо	19										
Рис	25										
Гречиха	18										

Таблица для выбора температуры атмосферного воздуха и состава газового топлива

Исходные данные	Последняя цифра по шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура атмосферного воздуха, °С	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
Состав газового топлива, %										
Диоксид углерода CO ₂	0,25	0,1	0,19	0,21	1,4	0,7	0,5	0,2	—	0,68
Метан CH ₄	91,9	92,8	91,4	98,2	68,5	93,2	81,5	96,1	94,8	93,8
Этан C ₂ H ₆	4,15	3,9	4,40	0,35	14,5	1,9	8,0	0,65	3,11	3,59
Пропан C ₃ H ₈	1,20	1,28	1,5	0,15	7,6	0,8	4,0	0,14	0,65	0,72

Бутан C ₄ H ₁₀	0,29	0,26	0,26	0,06	3,5	0,26	2,3	0,1	0,16	0,25
Пентан C ₅ H ₁₂	0,13	0,11	0,16	0,01	1,0	0,18	0,5	0,05	0,77	0,41
Азот N ₂	2,08	1,55	2,09	1,02	3,5	3,05	3,2	2,86	1,15	0,65
Плотность смеси $\rho_{см}$, кг/м ³	0,729	0,726	0,738	0,681	0,968	0,72	0,84	0,692	0,723	0,723

Характеристика газов, входящих в состав газового топлива

Газ	Плотность, кг/м ³	Теплота сгорания, кДж/м ³	
		высшая	низшая
Диоксид углерода CO ₂	1,977	-	-
Метан CH ₄	0,717	39 758	35 831
Этан C ₂ H ₆	1,357	69 668	63 765
Пропан C ₃ H ₈	2,019	99 143	91 272
Бутан C ₄ H ₁₀	2,672	128 493	118 675
Пентан C ₅ H ₁₂	3,219	157 905	146 119
Азот N ₂	1,250	-	-

6.1.3 Примерная тематика задач по практическим занятиям

Вопросы к практическим занятиям

Практическое занятие № 1 «Виды топлива и расчет их потребности»

1. Раскройте сущность понятия «топливо».
2. Дайте классификацию органического топлива по происхождению и агрегатному состоянию.
3. Перечислите естественные и искусственные виды топлива.
4. Раскройте сущность понятий: высшая и низшая теплота сгорания топлива.
5. Дайте определение условного топлива; как осуществляется перерасчет натурального топлива в условное.
6. Для чего введено понятие «первичное условное топливо»?
7. Поясните особенности взаимного перевода единиц условного топлива, тепловой и электрической энергии.
8. Раскройте сущность и значение нефтяного эквивалента.

Практическое занятие № 2 «Расчет коэффициентов полезного действия и технических показателей»

1. Перечислите показатели, используемые для оценки эффективности действующих и проектируемых энергетических установок.
2. Напишите выражение для определения величины полезно использованной теплоты в конвективной сушилке.
3. Напишите выражение для определения величины КПД конвективной сушилки с калорифером.
4. Выведите уравнение для определения величины КПД сушильной установки с топкой.
5. Напишите в общем виде выражения для определения величины КПД котельного агрегата брутто и нетто.
6. Напишите выражения для определения величины КПД брутто паровых и водогрейных котлов.
7. Приведите примеры некоторых технических (натуральных) показателей энергоэффективности.
8. Дайте определения некоторых технических (натуральных)

показателей эффективности использования энергии.

Практическое занятие № 3 «Расчет эффективности энергосберегающих мероприятий в котельных»

1. Каково влияние автоматизации на экономичность эксплуатации котлоагрегата?
2. Каковы требования к оснастке хвостовых поверхностей нагрева, и каково их значение в повышении экономичности работы котельных агрегатов?
3. Каковы причины образования накипи, и каково ее влияние на расход топлива?
4. Дайте формулировку понятия «глубокая утилизация теплоты отходящих газов».
5. В чем сущность технических решений при глубокой утилизации тепла отходящих газов котельных агрегатов?
6. Каковы причины, и каково значение мероприятий по переводу паровых котлов в водогрейный режим?
7. Каковы причины, и каково значение мероприятий по переводу паровых котлов в водогрейный режим?
8. Дайте характеристику основных путей экономии топливно-энергетических ресурсов в автономных источниках энергии.

Практическое занятие № 4 «Оценка эффективности энергосбережения в зерносушильных, выпарных и перегонных установках»

1. Перечислите основные принципы безотходной технологии.
2. Каковы причины отнесения сушки зерна к числу дорогостоящих и энергоемких теплотехнологических процессов?
3. Из каких статей затрат формируется себестоимость сушки зерна, и какова их структура на примере шахтной прямоточной зерносушилки?
4. Какие мероприятия позволяют свести к минимуму неравномерность нагрева и сушки, а также пересушивание зерна?
5. Перечислите основные пути интенсификации процесса сушки зерна.
6. Назовите мероприятия, которые могут снизить энергозатраты на сушку зерна.
7. Перечислите основные пути энергосбережения в выпарных установках.
8. Перечислите основные пути энергосбережения в простых перегонных и ректификационных установках.

6.1.4 Примерная тематика индивидуальных задач

Индивидуальные задачи выполняются на практических занятиях и направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии». При выполнении задач используют основные цифровые инструменты (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint). Защита задач проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Формируемые компетенции: ПКос-1 (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3).

Задача 1. По $I-d$ диаграмме Рамзина определить влагосодержание и энтальпию воздуха при его температуре 70°C и влажности $\varphi = 20\%$.

Задача 2. В калорифере нагревается воздух с температурой 25°C и

влажностью $\varphi = 0,6$ до температуры 90°C . Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из калорифера.

Задача 3. В калорифер вводится свежий воздух с температурой $t_0 = 35^{\circ}\text{C}$ и влажностью $\varphi_0 = 0,4$, а также отработанный воздух с температурой $t_2 = 55^{\circ}\text{C}$ и влажностью $\varphi_2 = 0,65$. Смесь введена в массовых отношениях 1:3 (считая на сухой воздух). Определить параметры смеси перед калорифером и после подогрева ее в калорифере до 80°C .

Задача 4. Процесс сушки проводится при энтальпии $I = 115$ кДж/кг. Влажность воздуха изменяется от $\varphi_0 = 0,8$ до $\varphi_2 = 0,6$, температура воздуха изменяется от $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ до $t_2 = 40^{\circ}\text{C}$. Определить тепловой коэффициент полезного действия теоретической воздушной сушилки при этих условиях.

Задача 5. Для теоретической сушилки при следующих условиях ($\varphi_0 = 0,75$ до $\varphi_2 = 0,45$ и $t_0 = 22^{\circ}\text{C}$ до $t_2 = 50^{\circ}\text{C}$) необходимо определить движущую силу процесса сушки.

Задача 6. Непрерывно действующая противоточная сушилка работает по нормальному сушильному варианту.

Определить расход воздуха и расход греющего пара, а также необходимое давление греющего пара.

Исходные данные

Таблица 10

Параметр	Значение
G_n – производительность сушилки по влажному материалу	$97,2 \cdot 10^3$ кг/с
φ_n – начальная влажность материала	42 %
φ_k – конечная влажность материала	11 %
ϑ_1 – температура материала, поступающего на сушку	18°C
ϑ_2 – температура материала, выходящего из сушилки	47°C
t_0, φ_0 – температура и влажность воздуха до калорифера	$15^{\circ}\text{C}, 70\%$
t_2, φ_2 – температура и влажность воздуха после сушилки	$45^{\circ}\text{C}, 60\%$
c_k – удельная теплоемкость высушенного материала	$2,35 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)
$G_{\text{тр}}$ – масса транспортирующего устройства (материал сталь)	600 кг
$c_{\text{тр}}$ – удельная теплоёмкость стали	500 Дж/(кг·К)
$Q_{\text{пот}}$ – Тепловые потери сушилки и калорифера в окружающую среду	12% от суммы всех остальных слагаемых теплового баланса
Влажность греющего пара	6%

6.1.5 Вопросы для подготовки к устному опросу к защите лабораторных работ

Лабораторные работы (ЛР) направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии». В результате студент должен знать основные положения использования полученных при ее изучении знаний для принятия обоснованных технических решений по энергосбережению, как при подготовке выпускной квалификационной работы, так и при осуществлении профессиональной деятельности, в том числе в области энергоаудита; уметь применять средства измерения основных теплофизических параметров; использовать нормативные и справочные документы; применять полученные

знания и навыки при изучении специальных дисциплин; владеть методами расчета и подбора систем энергосбережения; навыками выполнения исследований, обработки и анализа их результатов.

Для допуска к лабораторной работе студент должен представить составленный им в тетради краткий конспект лабораторной работы. Текущий контроль лабораторных отчетов и материалов изучаемой дисциплины осуществляется в виде защиты лабораторных работ. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Пример перечня вопросов при защите лабораторных работ
Лабораторная работа № 1 «Изучение правил учета тепловой энергии»

1. Перечислите параметры, подлежащие определению на узле учета тепловой энергии источника теплоты, отпускаемой в водяные системы теплоснабжения; покажите на принципиальной схеме точки измерения основных параметров.

2. Перечислите параметры, подлежащие определению на узле учета тепловой энергии на источнике теплоты, отпускаемой в паровые системы теплоснабжения; покажите на принципиальной схеме точки измерения основных параметров.

3. Напишите формулу, используемую для определения количества тепловой энергии, отпущенной источником теплоты в водяные системы теплоснабжения.

4. Напишите формулу, используемую для определения количества тепловой энергии, отпущенной источником теплоты в паровые системы теплоснабжения.

5. Перечислите параметры, подлежащие определению на узлах учета тепловой энергии, получаемой открытыми и закрытыми водяными системами теплопотребления.

6. Покажите на принципиальных схемах открытых и закрытых водяных систем теплопотребления точки измерения основных параметров.

7. Объясните необходимость определения и использования при взаимных расчетах коэффициентов пересчета для приборов, устанавливаемых в водяных и паровых системах теплопотребления.

8. Перечислите требования к метрологическим характеристикам приборов учета.

Лабораторная работа № 2 «Изучение принципов работы приборов учета тепловой энергии»

1. Каково функциональное назначение составных частей теплового счетчика?

2. Перечислите требования к тепловым счетчикам.

3. Перечислите принципы, используемые в приборах для измерения расхода воды.

4. Дайте характеристику принципа, используемого в тахометрических расходомерах.
5. Каковы особенности использования крыльчатых и турбинных расходомеров?
6. Дайте характеристику принципа, используемого в электромагнитных расходомерах.
7. Дайте характеристику принципа, используемого в ультразвуковых расходомерах.
8. Нарисуйте схему вихревой дорожки Кармана.
9. Дайте характеристику принципа, используемого в вихревых расходомерах.
10. Дайте характеристику принципа, используемого в расходомерах постоянного перепада давления.
11. Дайте характеристику принципа, используемого в расходомерах переменного перепада давления.
12. Охарактеризуйте особенности использования расходомеров переменного перепада давления.
13. Дайте характеристику принципа работы прибора, используемого для измерения температуры воды в расходомерах.
14. Дайте классификацию манометров по назначению и принципу действия.
15. Назовите сферу использования жидкостных манометров.
16. Дайте характеристику и назовите сферу использования грузопоршневых манометров.
17. Назовите сферы использования манометров с мембранными, сильфонными и пружинными датчиками.
18. Дайте характеристику принципа, используемого в тепловых манометрах.

***Лабораторная работа № 3 «Изучение конструкции и испытание
ультразвукового теплосчетчика MULTICAL UF»***

1. Дайте характеристику принципа, использованного в расходомере MULTICAL UF.
2. Перечислите составные части расходомера; каково их функциональное назначение?
3. В каком диапазоне изменения расхода теплоносителя обеспечивается заданная точность измерений расхода ультразвуковым расходомером?
4. Назовите пределы допустимой относительной погрешности измерений тепловой энергии и их зависимость от разности температур Δt , °С.
5. Расскажите последовательность снятия показаний теплосчетчика.
6. Расскажите последовательность поверочной обработки показаний теплосчетчика.
7. Напишите формулу расчета массового расхода теплоносителя, кг/с.
8. Напишите формулу расчета тепловой мощности, кВт.

Лабораторная работа № 4 «Изучение конструкции и испытание

электромагнитного теплосчетчика»

1. Дайте характеристику принципа измерения расхода теплоносителя, используемого в теплосчетчиках «Магика».
2. Перечислите составные части теплосчетчиков «Магика».
3. Перечислите функции ЭПР и ЭБ.
4. В каких диапазонах изменения расхода и температуры теплоносителя обеспечивается заданная точность измерений расхода?
5. Напишите формулу расчета тепловой мощности для закрытой системы теплоснабжения.
6. Какая информация содержится в заводском номере теплосчетчика, отображаемом на нижней строке ЖКИ?
7. Какую информацию можно просмотреть при помощи пункта меню «Текущие данные»?
8. Какую информацию можно просмотреть при помощи пункта меню «Накопленные данные»?
9. Какую информацию можно просмотреть при помощи пункта меню «Архив»?

6.1.6 Перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине

Раздел 1. Актуальность и методология оценки эффективности энергосберегающих мероприятий

- 11 Структура и характеристика составляющих областей энергетики.
- 12 Понятие и характеристика топливно-энергетических ресурсов.
- 13 Понятие «энергонасоситель». Классификация и характеристика энергонасосителей.
- 14 Характеристика отдельных видов топлива. Условное топливо.
- 15 Первичное условное топливо. Нефтяной эквивалент.
- 16 Топливо-энергетические балансы мировой и российской энергетики.
- 17 Актуальность энергосбережения в России и в мире.
- Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии.
- 18 Энергоемкость ВВП.
- 19 Потенциал энергосбережения в России.
- 1.10 Энергосбережение и экология.
- 1.11 Нормативно-правовая и нормативно-методическая база энергосбережения.
- 1.12 Энергетический КПД: понятие; примеры формул.
- 1.13 Эксергетический КПД: понятие; примеры формул.
- 1.14 Коэффициент использования теплоты топлива.
- 1.15 Технические показатели, используемые для характеристики теплоэнергетических установок. Примеры.
- 1.16 Методологические основы оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и проектов.
- 1.17 Показатели коммерческой эффективности энергосберегающих мероприятий.
- 1.18 Порядок расчета показателей эффективности ЭСМ.
- 1.19 Обобщенная характеристика энергетического баланса

энергетической установки: подведенная энергия; полезная энергия; потери энергии (классификация).

120 Виды энергетических балансов.

121 Материальные балансы промышленных предприятий.

122 Энергетические балансы промышленных предприятий.

123 Эксергетические балансы теплотехнологических и теплоэнергетических процессов. Порядок составления.

124 Балансы электроэнергии. Составные статьи. Значение.

125 Пример использования энергетического баланса для обоснования путей снижения энергозатрат.

Раздел 2. Эффективность энергосбережения в теплоэнергетике, теплотехнологиях и теплотехнических системах АПК и ЖКХ

21 Структура и характеристика источников тепловой энергии.

22 Влияние автоматизации управления котлоагрегатом на экономичность его эксплуатации.

23 Значение хвостовых поверхностей нагрева в повышении экономичности работы котельных агрегатов.

24 Характеристика питательных вод котельных. Влияние накипи на расход топлива.

25 Экономия ТЭР при глубокой утилизации тепла уходящих газов.

26 Экономия ТЭР при переводе паровых котлов в водогрейный режим.

27 Экономия ТЭР при рациональном распределении нагрузки между несколькими одновременно работающими котлами.

28 Экономия ТЭР в автономных источниках энергии.

29 Понятие «система централизованного теплоснабжения». Способы прокладки и конструктивные особенности тепловых сетей.

210 Выбор оптимального сопротивления теплопередаче в трубопроводах тепловых сетей.

211 Влияние явления увлажнения теплоизоляции на размер тепловых потерь в тепловых сетях.

212 Причины потерь и энергосбережение при хранении твердого топлива.

213 Причины потерь и энергосбережение при хранении жидкого топлива.

214 Порядок учета топлива на складе.

215 Функции энергетики теплотехнологии как важнейшего фактора решения проблемы энергосбережения: масштабы возможной экономии; принципы безотходной технологии.

216 Структура статей затрат на сушку зерна.

217 Классификация путей интенсификации процесса сушки зерна.

218 Классификация и сущность мероприятий по снижению расхода топлива на сушку зерна.

219 Эффективность мероприятий по снижению энергозатрат на сушку зерна (на примере мероприятий по повышению температуры агента сушки и зерна).

220 Эффективность мероприятий по снижению энергозатрат на сушку зерна (на примере мероприятий по устранению пересушивания и подачи на

сушку стабилизированной по влажности смеси зерна).

221 Эффективность мероприятий по снижению энергозатрат на сушку зерна (на примере мероприятий по рациональному использованию теплоты нагретого зерна).

222 Эффективность мероприятий по снижению энергозатрат на сушку зерна (на примере мероприятий по использованию теплоты отработанного агента сушки, по выбору рационального состояния зернового слоя, по снижению потерь теплоты в окружающую среду).

223 Эффективность мероприятий по снижению энергозатрат на сушку зерна (на примере мероприятий по совершенствованию конструкций рабочих органов и правильной технической эксплуатации зерносушилок).

224 Основные направления в проектировании зерносушилок с низкими энергозатратами.

225 Основные направления и эффективность мероприятий по энергосбережению в термических печах.

226 Основные направления и эффективность мероприятий по энергосбережению в выпарных установках.

227 Основные направления и эффективность мероприятий по энергосбережению в простых перегонных и ректификационных установках.

228 Выбор давления пара для технологического теплоснабжения.

229 Характеристика и эффективность основных способов энергосбережения в зданиях.

230 Директивные решения по энергоресурсосбережению в ЖКХ.

231 Формулы расчета расходов теплоты на отопление и вентиляцию, и показателя энергетической эффективности здания. Классы энергетической эффективности зданий.

232 Содержание в проекте зданий раздела «Энергетическая эффективность» и энергетического паспорта здания.

233 Утилизация теплоты вытяжного воздуха в системах вентиляции зданий.

234 Использование альтернативных источников энергии для тепло-и электроснабжения зданий (на примере энергии солнечного излучения).

235 Использование альтернативных источников энергии для тепло-и электроснабжения зданий (на примере энергии ветра).

236 Принципиальная схема работы и термодинамический цикл в $T-S$ диаграмме парокомпрессионного теплового насоса.

237 Энергетический баланс и коэффициент преобразования парокомпрессионного теплового насоса.

238 Характеристика и условия использования в ТСТ низкопотенциальных источников энергии (на примере окружающего воздуха, грунтовых и подземных вод, воды из водоемов и природных водных потоков).

239 Характеристика и условия использования в ТСТ низкопотенциальных источников энергии (на примере солнечной энергии и теплоты поверхностных слоев Земли).

240 Характеристика и условия использования в ТСТ

низкопотенциальных источников энергии (на примере вытяжного воздуха и комбинированных систем).

241 Перспективы внедрения тепловых насосов на примере системы теплоснабжения г. Москвы.

242 Причины потерь и сокращение потерь энергии в линиях электропередачи.

243 Причины потерь и сокращение потерь энергии в силовых трансформаторах.

244 Обоснование целесообразности использования электротермических процессов.

245 Потенциал и пути энергосбережения в электротермических процессах.

246 Сущность и эффективность энергосбережения в вентиляционных установках.

247 Сущность и эффективность энергосбережения в компрессорных установках.

248 Сущность и эффективность мероприятий по снижению расхода электроэнергии в зерносушильных установках.

249 Сущность и эффективность мероприятий по снижению расхода электроэнергии в осветительных установках.

Раздел 3. Энергоаудит объектов теплоэнергетики, теплотехнологий, АПК и ЖКХ

31 Виды обследований потребителей энергоресурсов.

32 Сущность и значение экспресс-обследования потребителей энергоресурсов.

33 Сущность и значение углубленного обследования потребителей энергоресурсов.

34 Методология энергоаудита и оценки потенциала энергосбережения промышленного предприятия.

35 Характеристика и содержание энергетического паспорта промышленного потребителя ТЭР.

36 Приборный учет тепловой энергии (конструктивные особенности ТС).

37 Классификация, характеристика и использование датчиков расхода теплоносителя.

38 Учет тепловой энергии на источнике и у потребителя теплоты.

39 Приборный учет электрической энергии.

3.10 Нормирование расхода энергетических ресурсов. Понятие и виды норм.

3.11 Нормирование и расчет расхода топлива на сушку зерна.

3.12 Нормирование и расчет расхода топлива на котельную установку.

3.13 Расчет расхода тепла на собственные нужды котельных.

3.14 Значение мероприятий по совершенствованию нормирования расхода энергетических ресурсов.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.2.1 Критерии оценки выполнения тестов

Текущее тестирование (письменное) производится на 3, 5 и 8 неделях учебного семестра. Каждый тест состоит из 10 вопросов и содержит 20 вариантов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 5 и менее заданий – «неудовлетворительно»,
- правильные ответы на 6 – 7 заданий – «удовлетворительно»,
- правильные ответы на 8 – 9 заданий – «хорошо»,
- правильные ответы на 10 заданий – «отлично».

Основаниями для снижения оценки на 1 балл являются: отсутствие обоснования выбранного ответа, неполный ответ; небрежное выполнение, ошибки в обозначениях и т.п.

6.2.2 Критерии оценки выполнения практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ

К устному опросу по результатам практических занятий и к защите лабораторных работ представляются отчеты с полностью обработанными результатами расчетов и измерений, графическим материалом, выводами. Отчеты не могут быть приняты и подлежат доработке в случае отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п., а также при отсутствии необходимого графического материала, при некорректных расчетах и обработке результатов измерений.

Защита отчетов по результатам практических занятий и лабораторных работ проходит в форме докладов студентов по выполненным практическим занятиям или лабораторным работам, и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки. В случае получения при устном опросе по результатам практического занятия или при защите лабораторной работы неудовлетворительной оценки, практическое занятие или лабораторная работа подлежат, соответственно, повторному опросу, или повторной защите.

Таблица 11

Критерии оценивания защиты практических работ

Оценка	Критерии оценивания
практическая работа «зачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, выполнены все задания практической работы. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат A4
практическая работа «незачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, но в ее оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат A4

Таблица 12

Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
лабораторная работа «зачтена»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, выполнены все задания практической работы. Студент четко и без ошибок ответил на все

	контрольные вопросы преподавателя, представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4
лабораторная работа «незачтена»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, но в ее оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4

6.2.3 Тематика заданий на расчетно-графическую работу

При изучении дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР). При выполнении расчетно-графической работы используют основные цифровые инструменты (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint).

Важным элементом формирования компетенций в рамках изучаемой дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» является выполнение расчетно-графической работы, задание на которую приведенные выше по вариантам в таблице выдается студентам на 1-2 неделе учебного семестра. Расчетно-графическая работа не может быть принята и подлежит доработке в следующих случаях: отсутствие в работе необходимого материала описательного и графического характера; наличие ошибок в расчетах; отсутствие необходимых обозначений и размерностей единиц; отсутствие ссылок на использованную литературу; неправильно оформленный список литературы; неаккуратное оформление расчетного и (или) графического материала. Выполнение и защита РГР являются обязательным элементом, влияющим на допуск к сдаче экзамена по дисциплине.

Для оценки выполнения расчетно-графической работы используется традиционная система с критериями, сформулированными в нижеприведенной таблице 7.

Таблица 13

Критерии оценивания расчетно-графической работы

Оценка	Критерии оценки
«зачтено»	расчетно-графическая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены точно и верно. Студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. При оформлении работы выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков
«незачтено»	расчетно-графическая работа не выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены не точно и не верно. Студентом не сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент не владеет специальной терминологией; присутствуют стилистические и грамматические ошибки. При оформлении работы не выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом не

	продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков
--	--

Критерии оценивания промежуточного контроля (экзамена)

К экзамену допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Экзамен проводится в устной форме в виде доклада студента по каждому экзаменационному вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных общекультурных и профессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной системой контроля.

Таблица 14

Критерии оценивания результатов промежуточного контроля

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«Отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные положения излагаемой темы дисциплины; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; владеет необходимыми методами расчета
Средний уровень «4» (хорошо)	«Хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу; умеет делать выводы; приводит примеры из практики; однако допускает некоторые неточности и незначительные ошибки, что в целом не вызывает сомнений в освоении материала излагаемого вопроса
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«Удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет материалом; допускает неточности в изложении основных положений вопроса; затрудняется в теоретических выводах; однако владеет навыками использования справочной и нормативно-технической документации
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«Неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания излагаемого вопроса; допускает существенные ошибки в изложении материала; не в полной мере владеет методами расчета; не умеет выделить главное и сделать выводы

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Малин, Николай Иванович. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: практикум / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий». — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2018. — 185 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/t0155.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/t0155.pdf>>.

2. Малин, Николай Иванович. Энергосбережение в теплотехнологиях АПК: учебно-методическое пособие / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий». — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2018. — 123 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/t0156.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/t0156.pdf>>.

3. Рудобашта С.П. Теплотехника. Изд. 2-е, доп. М.: Перо. 2015. – 672 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий для студентов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», (уровень бакалавриата) профиль «Энергообеспечение предприятий» / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий». — Электрон. текстовые дан. — Москва: Офсет Принт, 2018. — 47 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/rt10.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/rt10.pdf>>.

2. Малин, Николай Иванович. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: рабочая тетрадь / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт механики и энергетики имени В. П. Горячкина, Кафедра теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. — 47 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo396.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo396.pdf>>.

3. Малин, Николай Иванович. Термо-холодообработка и хранение сельскохозяйственных продуктов: учебное пособие / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 184 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/s20210316-2.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/s20210316-2.pdf>>.

4. Малин, Николай Иванович. Теплоснабжение предприятий АПК: учебно-методическое пособие / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина, Кафедра теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий. — Электрон. текстовые дан. —

Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 171 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo194.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - <https://doi.org/10.34677/2018.194>. —

<URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo194.pdf>>. —

<URL:<https://doi.org/10.34677/2018.194>>.

5. Малин, Н. И. Технология хранения зерна и продуктов его переработки: учебное пособие / Н. И. Малин, М. Ш. Бегеулов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2018. — 276 с.: рис., табл., цв.ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s06042022UPTHZiPPBegeulov.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/full/s06042022UPTHZiPPBegeulov.pdf>>.

6. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК: Коллективная монография / Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2022. — 288 с. — Коллекция: Монографии. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : http://elib.timacad.ru/dl/full/S30012023alektro_APK.pdf. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:http://elib.timacad.ru/dl/full/S30012023alektro_APK.pdf>.

7. Рудобашта, Станислав Павлович. Теплотехника: практикум / С. П. Рудобашта, Е. Л. Бабичева, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 114 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo313.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo313.pdf>>.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ 21.605-82 (1997)* Система проектной документации для строительства. Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи.
2. ГОСТ 21027-75 Системы энергетические. Термины и определения.
3. ГОСТ Р 51991-2002 Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Общие технические требования.
4. ГОСТ Р 54860-2011 Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения.
5. Постановление Правительства РФ №154 от 22.02.2012. О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения.
6. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 56 с.
7. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети.
8. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.

9. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов.
10. СП 41-103-2000 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.
11. СП 41-104-2000* Проектирование автономных источников теплоснабжения.
12. СП 41-105-2002 Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке.
13. Сборник стандартов «Энергосбережение». – М.: ИПК «Издание стандартов», 2004. – 149 с.
14. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Российская газета. – 2009. – № 5050 (226).

Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Для проведения практических занятий и лабораторных работ по дисциплине используются приведенные в списке рекомендованной дополнительной литературы нижеперечисленные материалы:

1. Рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий для студентов: Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях (Малин Н.И.).
2. Рабочая тетрадь: Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях (Малин Н.И.).
3. Для выполнения расчетно-графической работы (РГР) используются учебно-методическим пособием по выполнению расчетно-графической работы (Нормов Д.А., Кукушкина Т.С.).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.teploenergetika.info> – информационный портал посвященный теплоэнергетике (открытый доступ);
2. <http://03-ts.ru> – электронная библиотека для теплотехников и теплоэнергетиков, работающих на электростанциях и промышленных предприятиях различных отраслей хозяйства страны, а также научных работников и студентов вузов соответствующих специальностей (открытый доступ);
3. <http://www.rosteplo.ru> – информационная система «Ростепло» (открытый доступ).

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Росинформресурс. Полнотекстовая База данных «Энергосбережение России» (<http://www.rosinf.ru>).
2. База данных (БД) ВИНТИ РАН (<http://www.viniti.ru>).
3. Государственная информационная система (ГИС) в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности

(<https://gisee.ru>).

4. Единая информационная система «Технорматив»
(<https://www.texnormativ.ru>).

5. Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

Таблица 15

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 2. Эффективность энергосбережения в системах теплотехнологий предприятий	MS Word	Оформительская	Microsoft	2003...2010
		MS Excel	Расчетная	Microsoft	2003...2013
		MS Power Point	Презентация	Microsoft	2003...2013
		AutoCAD	Оформительская	Autodesk	2008...2013

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 16

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лаборатории № 201 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 для слайд-презентаций (Инв.№ 210134000002560); 2) проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240*240 NW (DSEM-1106) (Инв.№ 410138000002636); 3) компьютер (Инв.№ 210134000001871)
Лаборатории № 214 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938); 2) комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632954); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001864); 5) теплосчетчик Multical UF (инв. № 210134000002443); 6) теплосчетчик ВИС.Т ТС-200 (инв. № 410130000001624)
Лаборатории № 314 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855); 2) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 (Инв.№ 210134000002560); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	(Инв.№ 632955); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001865)

*Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова, включающие 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а также комнаты для самоподготовки в общежитиях № 5 и № 4.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Содержание изучаемого материала дисциплины и график их изучения приведены в рабочей учебной программе. Для успешного выполнения графика изучения студентам рекомендуется пользоваться учебниками и учебно-методическими пособиями из библиотечного фонда университета, в том числе учебным пособием (автор Малин Н.И.), учебно-методическим пособием по выполнению расчетно-графической работы (авторы Нормов Д.А., Кукушкина Т.С.) и практикумом (автор Малин Н.И.).

Студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана, вывешиваемого на кафедре, и приведенным в нем списком рекомендуемой литературы;
- получить консультацию у преподавателя кафедры, ведущего дисциплину «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;
- используя методические пособия, приступить к изучению рекомендуемой литературы строго по темам дисциплины;
- прорабатывать каждую тему сразу после ее прочтения на лекции; приступить к выполнению РГР сразу после получения задания;
- при выполнении РГР ответить на все пункты содержания темы расчетно-графической работы;
- перед выполнением практических занятий и лабораторных работ ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;
- для допуска к экзамену студенту необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по всем практическим занятиям и лабораторным работам, а также выполнить весь объем самостоятельной индивидуальной работы, защитить выполненную РГР, при подготовке к экзамену руководствоваться вопросами, приведенными выше в данной рабочей программе.

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, а должен подводить студента к самостоятельному обдумыванию материала, к работе с учебной книгой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее

содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников) вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом, идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

Оформление практических занятий и лабораторных работ должно быть максимально приближено к уровню, на котором ведется экспериментальная научно-исследовательская работа в конкретной предметной области.

При подготовке к практическому занятию и к лабораторной работе студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и лабораторному практикуму, подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, при необходимости – схемы рассматриваемой установки с указанием контрольно-измерительных приборов, расчетных формул, таблицы для записи опытных данных. На лабораторно-практических занятиях студент обязан обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты.

Окончательно оформленные отчеты по практическим занятиям и лабораторным работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя в день выполнения практического занятия, лабораторной работы или в ближайшее время.

При изучении дисциплины особое внимание следует уделить таким вопросам, как: методы и критерии оценки энергетической эффективности тепло- энергетического и теплотехнологического оборудования; сущность и эффективность мероприятий по повышению энергетической эффективности используемого на предприятиях энергетики и АПК, а также в системе ЖКХ тепло- энергетического и теплотехнологического оборудования; методы учета и нормативы расхода энергоресурсов на предприятиях энергетики и АПК, а также в системе ЖКХ; методы проведения энергетических обследований и энергоаудита предприятий энергетики и АПК, а также в системе ЖКХ.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционные и практические занятия, обязан самостоятельно проработать пропущенные темы, предоставить преподавателю конспекты пропущенных лекций или рабочую тетрадь, ответить в устной форме на задаваемые преподавателем вопросы по теме лекции или практического занятия.

Пропущенные лабораторные работы отрабатываются в соответствии с графиком отработок, составляемым за две недели до конца семестра. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает теоретический материал по теме работы, порядок ее проведения и методику обработки опытных данных. В ходе выполнения пропущенной лабораторной работы студент заносит полученные данные в рабочую тетрадь. Оформленная должным образом рабочая тетрадь предоставляется преподавателю для защиты.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Наилучшей формой организации обучения по дисциплине

«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» представляется такая, при которой все виды предусмотренных учебным планом занятий (лекции, практические занятия и лабораторные работы, расчетно-графическая работа) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс.

Чтение лекций является главным звеном учебного процесса. На лекциях излагается основное содержание курса, дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала в условиях обязательного текущего тестирования, при проведении групповых практических занятий и лабораторных работ, а также в процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины и выполнения расчетно-графической работы, студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайд-презентаций является предпочтительной. Поэтому от преподавателя требуется тщательная работа по методическому обеспечению таких занятий, включающая отбор необходимых фрагментов видеоматериалов и слайдов, подбор или самостоятельное изготовление иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, количества затрачиваемого времени и т.д.

Проведение практических занятий и лабораторных работ (последние целесообразно проводить с подгруппой) также является, наряду с лекциями, важным элементом закрепления изучаемого материала и приобретения студентами практических навыков.

Перед проведением очередного практического занятия или очередной лабораторной работы необходимо заранее предупредить студентов о теме будущего занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления их с целью, общими положениями (теоретической частью), содержанием заданий по работе, последовательностью и методикой выполнения, с контрольными вопросами и заданиями (служащими для тестирования), подумать о выводах, которые необходимо сделать (при необходимости) в конце работы. Обязательно отметить, что на очередное занятие студент должен прийти с заранее подготовленной рабочей тетрадью по теме работы (т.е. с вписанными в нее теоретическими положениями, формулами и т.п.).

При необходимости, перед проведением лабораторных работ, связанных с испытанием оборудования, преподаватель, или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После выполнения необходимых расчетов (при проведении практических занятий) или после снятия опытных данных (при проведении лабораторных работ) и обработки их результатов, студенты заполняют (если это предусмотрено заданиями) формы схем, таблицы-пустографки, строят графики, делают выводы по работе.

После выполнения и оформления в рабочей тетради практического занятия или лабораторной работы, необходимо представить ее на проверку преподавателю и пройти «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить

и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

Тестирование. Текущее тестирование целесообразно проводить 2-3 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного за 6-8 недель. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему экзамену.

По каждому тестируемому разделу дисциплины должно быть разработано несколько (минимум 20) вариантов тестовых заданий, с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

При неудовлетворительных результатах тестирования студенты подвергаются тестированию повторно по другому варианту минимум через 1 день. Важным методическим требованием анализа преподавателем результатов тестирования является своевременное (в том числе на этапе предэкзаменационной консультации) ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

Программу разработали:

Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(подпись)
« 11 » « 09 » 2024 г.

Канатников Ю.А., ст. преподаватель

(подпись)
« 11 » « 09 » 2024 г.

Кукушкина Т.С., ассистент

(подпись)
« 11 » « 09 » 2024 г.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
Б1.В.01.06 «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» ОПОП ВО по
направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»,
направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем» (квалификация
выпускника – бакалавр)

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцентом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем» (квалификация выпускника – бакалавр)** разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» в соответствии с Учебным планом по программе бакалавриата (разработчики – Нормов Дмитрий Александрович, профессор кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Канатников Юрий Алексеевич, ст.преподаватель кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» и Кукушкина Татьяна Сергеевна, ассистент кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко»).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии»** закреплено 1 **компетенцией**. Дисциплина **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии»** и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоемкость дисциплины **«Энергосбережение в теплоэнергетике и тепло-технологии»** составляет 5 зачетных единицы (180 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросах исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины **«Энергосбережение в теплоэнергетике и**

теплотехнологии» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение практических занятий, выполнение и защита лабораторных работ, участие в тестировании и контрольных опросах, выполнение расчетно-графической работы, работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и защиты РГР, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 7 наименований, периодическими изданиями – 14 источников, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии»**.

ОБЩИЕ ВЫВОоды

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии»** ОПОП ВО по направлению **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность **«Инжиниринг теплоэнергетических систем»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», доктором технических наук Нормовым Д.А., ст.преподавателем кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Канатниковым Ю.А. и ассистентом кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» Кукушкиной Т.С. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., доцент кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, кандидат технических наук

(подпись)

« 11 » 09 2024 г.