

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Энергоаудит промышленных предприятий. Основы эффективного использования энергии»

Кафедра «Возобновляемые источники энергии»

Образовательная программа
по направлению: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (Дополнительный образовательный модуль «Промышленные энергосберегающие технологии»)

Профиль подготовки
«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: вариативная

Рабочая программа дисциплины составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (Дополнительный образовательный модуль «Промышленные энергосберегающие технологии») (уровень бакалавриат) от «03» 09 2015 г. № 955.

Разработчик(и): Бабаев Б.Д. – к.х.н., доцент кафедры ВИЭ

Рабочая программа дисциплины одобрена:


на заседании кафедры Возобновляемые источники энергии от «20» 01. 2016 г., протокол № 5

/Зав. кафедрой  Алхасов А.Б.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «29» 01 2016 г., протокол № 5.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«28» 04 2016 г.  (подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Энергоаудит промышленных предприятий. Основы эффективного использования энергии» входит в вариативную часть дополнительного образовательного модуля «Промышленные энергосберегающие технологии» по направлению (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Возобновляемые источники энергии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со снижением энергозатрат предприятий и оптимизацией энергоснабжения повышением использования установленных мощностей.

Дисциплина нацелена на формирование следующих дополнительных компетенций выпускника:

- ДПК-1 - умению проведения энергоаудита и составления энергетических паспортов предприятий;
- ДПК-2 - умению разработки и внедрения технологий, повышающих энергетическую эффективность использования вторичных и местных возобновляемых источников энергии.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 1 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттестации (зачет, дифферен- цированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные занятия	Практиче- ские заня- тия	КСР	консуль- тации			
6	36	8		18	3		7	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Энергоаудит промышленных предприятий. Основы эффективного использования энергии» являются получение теоретических и прикладных профессиональных знаний и умений в области развития форм и методов энергоаудита, энергоэффективного управления предприятием в условиях рыночной экономики с учетом передового отечественного и зарубежного опыта использования энергоэффективных технологий.

2. Место дисциплины в структуре

Дисциплина «Энергоаудит промышленных предприятий. Основы эффективного использования энергии» входит в вариативную часть дополнительного образовательного модуля «Промышленные энергосберегающие технологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ДПК-1	Умение проведения энергоаудита и составления энергетических паспортов предприятий	Знать: методы измерений энергозатрат (по электроэнергии, теплу, воде и кондиционирования воздуха) предприятий. Уметь: Анализ энергозатрат и определение «слабых» мест в энергоснабжении и потреблении энергии, составление энергетического паспорта предприятия Владеть: навыками использования измерительных приборов и специализированных прикладных компьютерных программ для расчета энергозатрат.
ДПК-2	Умение разработки и внедрения технологий, повышающих энергетическую эффективность использования вторичных и местных возобновляемых источников энергии	Знать: режимы работы энергетических установок, и потребления энергии потребителями.

		<p>Уметь: определять оптимальный состав энергетического оборудования и установок в предприятии.</p> <p>Владеть: навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы энергетических установок на основе возобновляемых источников.</p>
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 1 зачетных единиц, 36 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятел. раб.		
Модуль I. Энергоаудит промышленных предприятий. Основы эффективного использования энергии									
1	Энергоаудит промышленных предприятий. Коэффициент мощности и гармонические искажения	6		1	2			1	Текущий контроль: Тест (6 семестр)
2	Инструменты энергоаудита, принципы их работы.	6		2	6			2	
3	Принципы составления энергетического паспорта предприятия.	6		1	4			2	

4	Энергоэффективность. Экономика эффективного использования энергии.	6		2	2			2	
5	Использование местных возобновляемых и вторичных источников энергии			2	4				
	ИТОГО:			8	18			3	7

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Энергоаудит промышленных предприятий. Основы эффективного использования энергии

Тема 1. Энергоаудит промышленных предприятий. Коэффициент мощности и гармонические искажения

Содержание. Используемое энергетическое оборудование и технологические схемы промышленных предприятий. Инструменты и порядок проведения энергоаудита предприятий. Требования для использования и получения корректных результатов измерений для каждого из инструментов энергоаудита. Приводятся примеры явлений, связанных с коэффициентом мощности и гармоническими искажениями, а также показаны их причины и последствия – физические и финансовые. Методы предотвращения или смягчения проблем, связанных с коэффициентом мощности и гармоническими искажениями, и обоснована адекватность их применения в конкретных ситуациях. Методы определения возможных мест расположения решений для смягчения ситуации в электросети.

Тема 2. Инструменты энергоаудита, принципы их работы.

Содержание. Используемые все приборы энергоаудита, измерители сил тока, напряжений, коэффициентов мощности, тепловых потерь, полноты сгорания топлив, скоростей ветра, вентиляции, давлений в трубопроводах и т.д. Принципы их работы и проведения измерений.

Тема 3. Принципы составления энергетического паспорта предприятия.

Содержание. Состав паспорта, сбор энергетических сведений об объекте реализации проекта – конкретной организации, учреждении или предприятии. Сущность составления энергетического паспорта. Различные подходы решения энергетических проблем предприятий, их оценка. Реальная практическая ситуация и предлагающиеся варианты решения проблемы. Инструменты энергоаудита и принципы их работы, проведения измерений

Тема 4. Энергоэффективность. Экономика эффективного использования энергии

Содержание. Инвестиционные проекты в объекты с использованием ВИЭ. Экономическая эффективность капиталовложений в энергообъекты. Сравнительная оценка экономической эффективности инвестиций. Условия сопоставимости вариантов. Экономические и энергетические показатели сопоставимого варианта. Учет расхода энергии. Индексы энергопотребления и расходов на энергию. Концепция коэффициента нагрузки для электроустановки. Оборудование и методики, применяемые для измерения и оценки энергетических характеристик. Возможности экономии, выявляемые по интервальным измерениям. Распространенные методы оценки. Методы подтверждения получения экономии энергии.

Тема 5. Использование местных возобновляемых и вторичных источников энергии

Содержание. Принципы определения имеющихся местных возобновляемых источников энергии (энергий течений и волн, биомасс, солнечной и ветровой) и использования для энергоснабжения автономных потребителей и устройств. Коэффициент замещения, определение оптимальных параметров систем на основе возобновляемых источников энергии, с целью снижения энергозатрат предприятий. Возможные типы вторичных энергетических ресурсов промышленных предприятий. Низкопотенциальные энергетические сбросы предприятий и возможные схемы их повторного использования. Энергетические устройства использования низкопотенциальных источников энергии. Тепловой насос, принцип ее работы и энергоэффективность.

Темы практических и/или семинарских занятий

№	Содержание темы	Количество часов	Литература (основная)
1	Производство измерений энергозатрат предприятия, работа с измерительными приборами	2	(1,2,4,5)
2	Основные принципы расчета характеристик электрического оборудования.	2	1 - 6
3	Расчет тепловых потерь зданий и сооружений	2	5
4	Расчет затрат на кондиционирование воздуха.	2	5
5	Расчет параметров теплообменных аппаратов	2	(1,2,4,5)
6	Определение вторичных энергоресурсов предприятий	2	(3,5)
7	Разработка и примерный расчет мероприятий по энергосбережению.	2	(5)
8	Расчет эффективности внедрения энергосберегающих технологий.	4	(1-6)
	ИТОГО:	18	

5. Образовательные технологии

При проведении занятий по дисциплине «Энергоаудит промышленных предприятий. Основы эффективного использования энергии» по дополнительно образовательному модулю «Промышленные энергосберегающие технологии» предусмотрены следующие интерактивные образовательные технологии обучения, которые позволят обеспечить достижение планируемых результатов обучения:

- кейс-метод при изучении новых знаний;
- лекции с исследовательскими тренингами;
- ковер проблем и решений;
- учебная конференция;
- защита проектов;
- модульно-рейтинговая технология;
- инновационные промышленные технологии;

По лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа включает выполнение домашних заданий, подготовку к тестам и контрольным работам, посещение выставок и конференций, оформление реферата и подготовку его презентации к защите («Защита проектов»), подготовку к зачету и экзамену. Для формирования умения самостоятельно приобретать знания из различных источников, анализировать факты и делать обобщения, высказывать собственные суждения, критически относиться к мнению других, проводится образовательная технология «Учебная конференция».

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дополнительной образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании дополнительной образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ДПК-1	Знать: методы измерений энергозатрат (по электроэнергии, теплу,	Тест

	<p>воде и кондиционирования воздуха) предприятий.</p> <p>Уметь: Анализ энергозатрат и определение «слабых» мест в энергообеспечении и потреблении энергии, составление энергетического паспорта предприятия</p> <p>Владеть: навыками использования измерительных приборов и специализированных прикладных компьютерных программ для расчета энергозатрат.</p>	
ДПК-2	<p>Знать: режимы работы энергетических установок, и потребления энергии потребителями.</p> <p>Уметь: определять оптимальный состав энергетического оборудования и установок в предприятии.</p> <p>Владеть: навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы энергетических установок на основе возобновляемых источников.</p>	Тест

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ДПК-1

Схема оценки уровня формирования дополнительной компетенции «умение проведения энергоаудита и составления энергетических паспортов предприятий» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: методы измерений энергозатрат (по электроэнергии, теплу, воде и кондиционирования воздуха) предприятий.</p> <p>Уметь: Анализ энергозатрат и определение «слабых» мест в энергоснабжении и потреблении энергии, составление энергетического паспорта предприятия</p> <p>Владеть: навыками использования измерительных приборов и специализированных прикладных компьютерных программ для расчета энергозатрат.</p>	При освоении 51-65% от «Знать», «Уметь» и «Владеть»	При освоении 66-85% от «Знать», «Уметь» и «Владеть»	При освоении 86-100% от «Знать», «Уметь» и «Владеть»

ДПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «умение разработки и внедрения технологий, повышающих энергетическую эффективность использования вторичных и местных возобновляемых источников энергии» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: режимы работы энергетических установок, и потребления энергии потре-	При освоении 51-65% от «Знать», «Уметь» и «Владеть»	При освоении 66-85% от «Знать»,	При освоении 86-100% от «Знать», «Уметь» и

	<p>бителями.</p> <p>Уметь: определять оптимальный состав энергетического оборудования и установок в предприятии.</p> <p>Владеть: навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы энергетических установок на основе возобновляемых источников.</p>		«Уметь» и «Владеть»	«Владеть»
--	---	--	---------------------	-----------

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы к модулю

1. Какие работы необходимо выполнять при энергоаудите предприятия?
2. Что входит в состав энергетического паспорта предприятия?
3. Какой метод финансовой оценки учитывает все издержки владения, такие как энергозатраты и расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт, а также начальную покупную цену?
4. Каким образом оперативное реагирование на колебания потребления электроэнергии помогает избежать вложений в пиковую мощность?
5. Верно ли утверждение ручное управление при осуществлении оперативного реагирования на колебания потребления надежнее автоматического?
6. Почему оперативное реагирование на колебания потребления называют экологичным подходом в энергетике?
7. Как определяется период простой окупаемости нового проекта по энергосбережению?

8. Как определяется остаточная стоимость энергетического оборудования предприятия?
9. В чем заключаются преимущества и недостатки периода простой окупаемости как инструмента финансовой оценки?
10. Принципы определения энергозатрат на кондиционирование воздуха.
11. Определение затрат на теплоизоляцию.
12. Как определяется дисконтированная окупаемость внедрения новых энергосберегающих технологий?

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50 % и промежуточного контроля - 50 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- участие на практических занятиях - 60 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (2-я редакция) Официальное издание. - М 2000
2. Экономика промышленности. Под ред. Барановского А.И., Кожевникова Н.Н. Том 2. Книги 1 и 2. - М., Издательство МЭИ 1998.
3. Экономика электроэнергетики. Фомина В.Н.: Учебник. - М.: Ин-т управления в энергетике Гос. ун-та управления, ИПК госслужбы 2005. - 392 с. 4. Экономика энергетики: учеб. Пособие для вузов / Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова и др.; под ред. Рогалева.- М., Издательство МЭИ 2005. -288 с.
4. Соренсен Б. Преобразование, передача и аккумулирование энергии: Учебно-справочное руководство /Б. Соренсен. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. 296 с.
5. Бухмиров В. В., Нурахов Н. Н., Косарев П. Г., Фролов В. В. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий. М.: Инст. качества высш. образ. НИТУ «МИСиС», 2014. -96 с.
6. Материалы EnergyUniversity <http://www.schneideruniversities.com/energy-university/login>

б) дополнительная литература:

1. Определение экономической эффективности гидроэлектростанций. Кожевников Н.Н., Александровский А.Ю. и др., М., Издательство МЭИ 1997
2. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Под ред. В.И. Виссарионова. М., 2004
3. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. Дмитриев А. Н., Табунщиков Ю. А., Ковалев И. Н., Шилкин Н. В., М., Издательство АВОК 2005. - 120 с.
4. Основы солнечной теплоэнергетики. Пер с англ.: Учебно-справочное руководство / Дж. Даффи, У. А. Бекман - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2013. - 888 с.

в) электронные интернет-ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
4. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
5. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
6. <http://www.phys.spbu.ru/library/elibrary/> - некоторые вузовские учебники (электронный вариант).

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
2. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучаемому курсу и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать студента к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература»

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов.

Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения аккумуляции энергии особое значение имеют материалы и схемы аккумуляции, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все схемы, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникающие у студентов в ходе лекции, рекомендуются задавать после окончания лекции.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий, подготовке к семинарским занятиям.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Федеральный центр образовательного законодательства.
<http://www.lexed.ru>
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

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

Для обеспечения освоения дисциплины имеется центр «Энергоэффективности и энергосбережения», созданный при университете, учебные аудитории, снабженные мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

При проведении практических занятий используются также ресурсы ОАО «Завод «Дагдизель».