

Министерство образования и науки Российской Федерации

Учебно-методическое объединение вузов по образованию в области  
энергетики и электротехники

Рекомендовано  
Ректор ГОУ ВПО МЭИ (ТУ)  
" *С.В. Серебрянников* " 2011 г.



**Примерная  
основная образовательная программа  
высшего профессионального образования**

**Направление подготовки**

**140100 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Магистерская образовательная программа  
«Производство электрической энергии и теплоты с использованием  
газотурбинных и парогазовых технологий»**

**Квалификация выпускника – магистр**

Форма обучения – очная

Нормативный срок освоения программы 2 года

Москва 2011 г.

## **1. Общие положения**

**1.1.** Настоящая примерная основная образовательная программа (ПрООП) разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) подготовки магистров по направлению 140100 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 18 ноября 2009 г. N 630.

Примерная основная образовательная программа «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий» является системой учебно-методических документов, рекомендуемой вузам для использования при разработке основных образовательных программ (ООП) второго уровня высшего профессионального образования (магистр) по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника в части:

- компетентностно-квалификационной характеристики выпускника;
- содержания и организации образовательного процесса;
- ресурсного обеспечения реализации ООП;
- итоговой государственной аттестации выпускников.

### **1.2. Цель разработки ПрООП ВПО по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника**

Целью разработки примерной основной образовательной программы является методологическое обеспечение реализации ФГОС ВПО по данному направлению подготовки и разработка высшим учебным заведением основной образовательной программы второго уровня ВПО (магистр).

### **1.3. Характеристика ПрООП по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника**

Примерная основная образовательная программа (ПрООП) по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника является программой второго уровня высшего профессионального образования.

Нормативные сроки освоения: 2 года.

Квалификация выпускника в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом: магистр.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности магистров**

Компетентностно-квалификационная характеристика выпускников магистратуры по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» разработана для примерной основной образовательной программы магистерской подготовки «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий».

Область профессиональной деятельности магистров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» включает совокупность технических средств, способов и методов человеческой деятельности по производству электрической энергии и теплоты, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

В примерной основной образовательной программе подготовки магистров «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий» по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» в качестве объектов профессиональной деятельности рассматриваются:

- тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики;
- установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии;
- паровые и водогрейные котлы различного назначения;
- паровые и газовые турбины;

- энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки;
- компрессорные, холодильные установки;
- установки систем кондиционирования воздуха;
- тепловые насосы;
- топливные элементы, электрохимические энергоустановки, установки водородной энергетики;
- вспомогательное теплотехническое оборудование;
- тепло- и массообменные аппараты различного назначения;
- тепловые и электрические сети;
- технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок;
- топливо и масла;
- нормативно-техническая документация и системы стандартизации;
- системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

Выпускник магистратуры по программе «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий» готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

- расчетно-проектная и проектно-конструкторская;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- педагогическая;

и решению профессиональных задач с учетом указанных видов деятельности:

*расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:*

- подготовка заданий на разработку проектных решений создания новых и реконструкции существующих энергообъектов на базе газотурбинных и парогазовых технологий;
- проведение патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений, их патентоспособности;
- определение показателей технического уровня и основных гарантированных показателей проектируемых объектов;
- составление описаний принципов действия и устройства проектируемых установок (агрегатов) и объектов с обоснованием принятых технических решений;
- разработка эскизных, технических и рабочих проектов объектов и систем теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта их разработки;
- проведение технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений;
- оценка инновационного потенциала проекта;
- разработка методических и нормативных документов, технической документации, а также предложений и мероприятий по реализации разработанных проектов и программ;
- оценка инновационных рисков коммерциализации проектов;
- подготовка отзывов и заключений на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения;

*научно-исследовательская деятельность:*

- разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей;

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор и обоснование методик и средств решения задачи;
- разработка методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;
- разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;
- фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности;
- управление результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализация прав на объекты интеллектуальной собственности;
- расчет и оптимизация режимов работы энергообъекта с учетом его месторасположения, графиков нагрузок по тепловой и электрической энергии, выбранного профиля оборудования;

*организационно-управленческая деятельность:*

- организация работы коллектива исполнителей, принятие решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ;
- поиск оптимальных решений при создании энергообъекта с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;
- подготовка заявок на изобретения и промышленные образцы;
- оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности;
- проведение анализа объема затрат на оборудование и услуги, необходимые для реализации инвестиционных проектов создания новых и реконструкции существующих энергообъектов на базе газотурбинных и парогазовых технологий, а также анализа результатов реализации инвестиционных проектов;
- подготовка исходных данных для выбора и обоснования технических и организационных решений на основе экономического анализа;

*педагогическая деятельность:*

- выполнение должностных обязанностей лаборанта (ассистента) при реализации ООП в образовательных учреждениях среднего и высшего профессионального образования в области профессиональной подготовки.

### **3. Требования к результатам освоения основной образовательной программы магистратуры «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий» по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника**

Результатом освоения примерной основной образовательной программы магистерской подготовки «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий» является формирование у выпускников профессиональных (ПК) компетенций, приведенных в табл. 1. Компетентностная модель выпускника по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" (см. колонку ФГОС ВПО по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника") конкретизирована и уточнена применительно к особенностям будущей деятельности выпускника.

Таблица 1

Профессиональные компетенции выпускника магистратуры, сформированные в результате освоения примерной основной образовательной программы магистерской подготовки «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий»

ФГОС ВПО по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника»	Программа магистерской подготовки «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий»
1	2
<b>общепрофессиональные компетенции</b>	
способность и готовность использовать углубленные знания в области естественнонаучных и гуманитарных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-1);	
способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности (ПК-2);	
способность демонстрировать навыки работы в коллективе, готовность генерировать (креативность) и использовать новые идеи (ПК- 3);	
способность находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения (ПК- 4);	
способность анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-5);	
способность и готовность применять современные методы исследования проводить технические испытания и (или) научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы (ПК- 6);	
способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК- 7);	
способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-8);	
готовность использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии (ПК-9);	
<b>для расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности</b>	
способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов (ПК-10);	способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с созданием новых или реконструкцией существующих энергообъектов на базе газотурбинного и парогазового оборудования, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик применяемого оборудования, соответствие их современному уровню развития техники и технологии, повышение экологической безопасности, улучшение условий труда, экономию ресурсов (ПК-10);
способность к определению показателей технического уровня проектируемых объектов или технологических схем (ПК-11);	способность к определению показателей технического уровня проектируемых объектов, технологических схем, а также основных показателей топливоиспользования (ПК-11);

1	2
готовность к участию в разработке эскизных, технических и рабочих проектов объектов и систем теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта их разработки (ПК-12);	готовность к участию в разработке эскизных, технических и рабочих проектов объектов на базе газотурбинных и парогазовых технологий с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта их разработки (ПК-12);
готовность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений (ПК-13);	готовность к проведению технических расчетов по выбору профиля энергообъекта с учетом его месторасположения, режимов работы и предполагаемых нагрузок по тепловой и электрической энергии; технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности выбранных проектных решений (ПК-13);
готовность использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования (ПК-14);	готовность использовать прикладное программное обеспечение для выбора приоритетных вариантов тепловых схем и расчета параметров в различных режимах работы; выбора теплоэнергетического и теплотехнического оборудования (ПК-14);
готовность выбирать серийное и проектировать новое энергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, системы и сети (ПК-15);	готовность выбирать серийное и проектировать новое энергетическое и теплотехническое оборудование (ПК-15);
<b>для научно-исследовательской деятельности</b>	
готовность использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах (ПК-22);	
способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство (ПК-23);	
готовность представлять результаты исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях (ПК-24);	готовность представлять результаты исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях (ПК-24);
<b>для организационно-управленческой деятельности</b>	
готовность к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ (ПК-25);	
способность к разработке мероприятий по профилактике производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращению экологических нарушений (ПК-26);	
способность к разработке перспективных планов работы производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда (ПК-27);	способность к разработке перспективных планов работы производственных подразделений, планированию работы персонала (ПК-27);
способность организовать работу по повышению профессионального уровня работников (ПК-28);	

1	2
готовность к организации работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов (ПК-29);	готовность к организации работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию энергообъектов (ПК-29);
готовность к разработке планов и программ на предприятии (ПК-30);	готовность к организации инновационной деятельности на предприятии (ПК-30);
способность к выполнению расчетов с необходимыми обоснованиями мероприятий по экономии энергоресурсов, потребности подразделений предприятия в электрической, тепловой и других видах энергии, участию в разработке норм их расхода, режима работы подразделений предприятия, исходя из их потребностей в энергии (ПК-31);	способность к выполнению расчетов с необходимыми обоснованиями мероприятий по экономии энергоресурсов, потребности энергообъекта в электрической, тепловой и других видах энергии, участию в разработке норм их расхода, режима работы, исходя из потребностей в энергии (ПК-31);
<b>для педагогической деятельности:</b>	
готовность к педагогической деятельности в области профессиональной подготовки (ПК-32).	

Специфические особенности задач, которые сможет решать выпускник в результате освоения примерной основной образовательной программы магистерской подготовки «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий» по направлению подготовки "Теплоэнергетика и теплотехника" отражают дополнительные (специальные) профессиональные компетенции (СПК):

- готовность освоить программное обеспечение необходимое для выполнения конструирования и расчетов в соответствии с профильной направленностью магистерской программы (СПК-1);
- готовность к разработке и патентованию программного обеспечения по расчету тепловых схем и их элементов (СПК-2);
- готовность к определению потребности энергообъекта в топливно-энергетических ресурсах, подготовке обоснований технического перевооружения, реконструкции и модернизации объекта с учетом современного уровня развития техники и технологий (СПК-3);
- готовность к разработке мероприятий и нормативов по обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического и теплотехнического оборудования (СПК-4).

Магистр в соответствии с указанными целями основной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК)** :

-способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенства своей личности (ОК- 1);

-способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (ОК-2);

-способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности (ОК -3);

-способностью использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности (ОК- 4);

-способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности за свои решения в рамках профессиональной компетенции, способностью разрешать проблемные ситуации (ОК- 5);

-способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий (ОК-6);

-способностью использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-7);

-способностью использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки (ОК-8);

-готовностью вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, способностью анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОК -9).

#### **4. Документы, определяющие содержание и организацию образовательного процесса**

**4.1. Примерный учебный план подготовки магистров, обучающихся по образовательной программе «Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий» направления 140100 Теплоэнергетика и теплотехника, составленный по циклам дисциплин, включает базовую и вариативную части, перечень дисциплин, их трудоемкость и последовательность изучения (см. Приложение 1).**

**4.2. Примерные программы учебных дисциплин (см. Приложение 2).**

#### **5. Ресурсное обеспечение**

Высшее учебное заведение, реализующее основные образовательные программы подготовки магистров по направлению 140100 Теплоэнергетика и теплотехника, должно располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лекционных, семинарских, практических и лабораторных занятий, а также выпускной квалификационной работы, практик, научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных учебным планом вуза.

Высшее учебное заведение должно иметь учебные лаборатории, оснащенные современным учебно-научным оборудованием и стендами, позволяющими изучать процессы и явления в соответствии с образовательной программой, реализуемой вузами, и компьютерные классы, обеспечивающие выполнение всех видов занятий студентов.

Материально-техническая база должна соответствовать действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

#### **6. Рекомендации по использованию образовательных технологий**

### **6.1. Формы, методы и средства организации и проведения образовательного процесса**

*а) формы, направленные на теоретическую подготовку:*

- лекция;
- семинар;
- самостоятельная аудиторная работа;
- самостоятельная внеаудиторная работа;
- консультация;

*б) формы, направленные на практическую подготовку:*

- практическое занятие;
- лабораторная работа;
- учебная практика;
- производственная практика;
- курсовая работа;
- курсовой проект;
- учебно-исследовательская работа;
- выпускная квалификационная работа.

### **6.2. Рекомендации по использованию форм и средств организации образовательного процесса, направленных на теоретическую подготовку**

**Лекция.** Можно использовать различные типы лекций: вводная, мотивационная (возбуждающая интерес к осваиваемой дисциплине), подготовительная (готовящая студентов к более сложному материалу), интегрирующая (дающая общий теоретический анализ предшествующего материала), установочная (направляющая студентов к источникам информации для дальнейшей самостоятельной работы).

Содержание и структура лекционного материала должны быть направлены на формирование у студентов соответствующих компетенций и соотноситься с выбранными преподавателем методами контроля и оценкой их усвоения.

**Семинар.** Эта форма обучения с организацией обсуждения призвана активизировать работу студентов при освоении теоретического материала, изложенного на лекциях. Рекомендуется использовать семинарские занятия при освоении гуманитарных, социальных и экономических, математических и естественнонаучных дисциплин, а также дисциплин профессионального цикла.

**Самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа** студентов при освоении учебного материала. Самостоятельная работа может выполняться студентом в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и лабораториях, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Организация самостоятельной работы студента должна предусматривать контролируемый доступ к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсу Интернет. Необходимо предусмотреть получение студентами профессиональных консультаций или помощи со стороны преподавателей.

Самостоятельная работа студентов должна подкрепляться учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебным программным обеспечением.

### **6.3. Рекомендации по использованию форм и средств организации образовательного процесса, направленных на практическую подготовку**

**Практическое занятие.** Эта форма обучения направлена на практическое освоение и закрепление теоретического материала, изложенного на лекциях. Рекомендуется использовать практические занятия при освоении базовых и профильных дисциплин профессионального цикла.

**Лабораторная работа** должна помочь практическому освоению научно-теоретических основ изучаемых дисциплин, приобретению навыков экспериментальной работы.

Лабораторные работы рекомендуется выполнять при освоении основных теоретических дисциплин всех учебных циклов.

**Научно-производственная практика** призвана закрепить знания материала профильных теоретических курсов, привить студенту практические навыки организации и проведения экспериментальной, проектной и организационной работ, навыки практического использования приборов и научно-исследовательского оборудования, навыки сбора, обработки экспериментальных данных и интерпретации полученных результатов, а также привить навыки деятельности в профессиональной сфере.

**Курсовая работа.** Форма практической самостоятельной работы студента, позволяющая ему освоить один из разделов образовательной программы или дисциплины. Рекомендуется использовать курсовые работы при освоении дисциплин базовой и вариативной частей профессионального цикла ООП магистров по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника.

**Курсовой проект.** Форма практической самостоятельной работы студента, позволяющая закрепить навыки конструирования узлов, механизмов, агрегатов объектов профессиональной деятельности, либо приобрести опыт проектирования при решении конкретных технических и производственных задач, а также совершенствовать навыки графического оформления результатов проектирования. Рекомендуется использовать курсовые проекты при освоении дисциплин базовой и вариативной частей профессионального цикла ООП магистров по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника.

**Научно-исследовательская работа.** Форма практической самостоятельной работы студента, позволяющая ему изучить научно-техническую информацию по теме магистерской диссертации, выполнить проектные разработки по теме, провести расчеты по разработанному алгоритму с применением сертифицированного программного обеспечения, участвовать в экспериментах, составлять описания проводимых исследований, анализ и обобщение результатов, положенных в основание выпускной квалификационной работы.

**Выпускная работа магистра** является учебно-квалификационной; ее тематика и содержание должны соответствовать уровню компетенций, полученных выпускником в объеме дисциплин направления и специализации магистерской программы.

## **7. Требования и рекомендации к организации и учебно-методическому обеспечению текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой государственной аттестации и разработке соответствующих фондов оценочных средств**

Оценка качества освоения основных образовательных программ должна включать текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую государственную аттестацию выпускников.

При проведении всех видов учебных занятий необходимо использовать различные формы текущего и промежуточного контроля качества усвоения учебного материала: контрольные работы и типовые задания, индивидуальное собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен, защита курсовой работы или проекта. Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний по каждой дисциплине разрабатываются вузом самостоятельно и доводятся до сведения обучающихся в течение первого месяца обучения.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация) создаются фонды оценочных средств, включающие типовые

задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Фонды оценочных средств разрабатываются и утверждаются вузом.

Итоговая государственная аттестация (ИГА) магистра по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника включает защиту выпускной квалификационной работы (*Государственный экзамен вводится по усмотрению вуза*). ИГА должна проводиться с целью определения универсальных и профессиональных компетенций магистра по направлению подготовки, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных настоящей ПрООП и ФГОС ВПО по направлению 140100 Теплоэнергетика и теплотехника, способствующих его устойчивости на рынке труда и возможности продолжения образования в аспирантуре. Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе магистра по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника, которую он освоил за время обучения.

### **7.1. Требования к выпускной квалификационной работе магистра по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника**

Выпускная квалификационная работа (ВКР) магистра по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника должна соответствовать видам и задачам его профессиональной деятельности. Она должна быть представлена в форме рукописи с соответствующим иллюстрационным материалом и библиографией.

Выпускная квалификационная работа в соответствии с магистерской программой выполняется в виде магистерской диссертации в период прохождения практики и выполнения научно-исследовательской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершённую выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится магистр (расчетно-проектной и проектно-конструкторской; производственно-технологической; научно-исследовательской; организационно-управленческой; педагогической).

Тематика выпускных квалификационных работ должна быть направлена на решение профессиональных задач:

анализ результатов численного или натурного экспериментов;

проектирование и проведение производственных (в том числе специализированных) работ;

обработка и анализ получаемой информации, обобщение и систематизация результатов производственных работ с использованием современной техники и технологии;

разработка нормативных, методических и производственных документов.

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающиеся должны показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

### **7.2. Требования к государственному экзамену магистра по направлению подготовки 140100 Теплоэнергетика и теплотехника**

Государственный экзамен вводится по решению ученого совета вуза.

Программа государственного экзамена разрабатывается вузами самостоятельно. Для объективной оценки компетенций выпускника тематика экзаменационных вопросов и

заданий должна быть комплексной и соответствовать избранным разделам из различных учебных циклов, формирующих конкретные компетенции.

**Разработчики:**

Председатель УМС по направлению  
Теплоэнергетика и теплотехника профессор В.М. Лавыгин

Зам. председателя УМС по направлению  
Теплоэнергетика и теплотехника доцент В.Ю. Демьяненко

Рабочая группа:

профессор А.В. Андрюшин

профессор В.Д. Буров

профессор В.Н. Воронов

профессор А.Б. Гаряев

профессор Н.А. Зройчиков

профессор Н.В. Калинин

профессор Н.В. Кулешов

профессор Т.А. Степанова

профессор Н.Д. Роголёв

**Эксперт:**

Зам. председателя Совета УМО вузов по образованию  
в области энергетики и электротехники профессор С.И. Маслов

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Учебно-методическое объединение вузов по образованию в области энергетики и электротехники

**ПРИМЕРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**подготовки магистра по направлению 140100 Теплоэнергетика и теплотехника**

Магистерская программа " Производство электрической энергии и теплоты с использованием газотурбинных и парогазовых технологий"

Квалификация - магистр  
Нормативный срок обучения 2 года

	Наименование дисциплин ( в том числе практик)	Трудоемкость		Примерное распределение по семестрам					
		Зачеты единицы	Часы	1	2	3	4	Форма аттеста ции	Коды компет енций
	2	3	4						
<b>М.1</b>	<b>Общенаучный цикл</b>	<b>12</b>	<b>432</b>						
	<b>Базовая часть</b>	<b>9</b>	<b>324</b>						
М.1.1	Философские вопросы технических знаний	2	72		+			зачет	
М.1.2	Иностранный язык (техн. перевод)	2	72	+				зачет	
М.1.3	Экономика и управление производством	2	72	+				зачет	
М.1.4	Математическое моделирование	3	108	+				экзамен	
	<b>Вариативная часть</b> в т.ч. дисциплины по выбору студента	<b>3</b>	<b>108</b>						
М.1.5	Компьютерные технологии в науке (на примере теплоэнергетики)	3	108		+			зачет	

<b>М.2</b>	<b>Профессиональный цикл</b>	<b>48</b>	<b>1728</b>						
	<b>Базовая часть</b>	<b>9</b>	<b>324</b>						
М.2.1	Современные проблемы теплоэнергетики	<b>2</b>	<b>72</b>	+				<b>зачет</b>	
М.2.2	Экологическая безопасность	<b>2</b>	<b>72</b>		+			<b>зачет</b>	
М.2.3	Принципы эффективного управления в теплоэнергетике	<b>3</b>	<b>108</b>	+				<b>экзамен</b>	
М.2.4	Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике	<b>2</b>	<b>72</b>		+			<b>зачет</b>	
	<b>Вариативная часть</b> в т.ч. дисциплины по выбору студента	<b>39</b>	<b>1404</b>						
М.2.5	Оптимизация режимов работы ТЭС	<b>7</b>	<b>252</b>	+	+			<b>экзамен</b> <b>экзамен</b>	
М.2.6	Парогазовые и газотурбинные ТЭС	<b>5</b>	<b>180</b>	+				<b>экзамен</b>	
М.2.7	Методы расчета тепловых схем ПГУ и ГТУ ТЭС	<b>3</b>	<b>108</b>		+			<b>зачет</b>	
М.2.8	Водно-химические режимы теплоэнергетических установок	<b>3</b>	<b>108</b>	+				<b>экзамен</b>	
М.2.9	Монтаж энергетического оборудования	<b>4</b>	<b>144</b>		+			<b>зачет</b>	
М.2.10	Технико-экономическое обоснование расчета параметров и схем ПГУ и ГТУ ТЭС	<b>4</b>	<b>144</b>		+			<b>экзамен</b>	
М.2.11	Основные системы ПГУ и ГТУ ТЭС	<b>3</b>	<b>108</b>		+			<b>зачет</b>	
М.2.12	Методика оценки эффективности инвестиционных проектов в энергетике	<b>4</b>	<b>144</b>	+				<b>экзамен</b>	
М.2.13	Методы оптимизации расчетов в теплоэнергетике	<b>3</b>	<b>108</b>	+				<b>зачет</b>	
М.2.14	Основные компоновочные решения при строительстве ТЭС	<b>3</b>	<b>108</b>		+			<b>зачет</b>	

<b>М.3</b>	<b>Практика и (или) научно-исследовательская работа</b>	<b>57</b>	<b>2052</b>						
М.3.1	Педагогическая практика	<b>6</b>	<b>216</b>			+	+	<b>зачет</b>	
М.3.2	Научно-производственная практика	<b>24</b>	<b>864</b>			+	+	<b>зачет</b>	
М.3.3	Научно-исследовательская работа	<b>27</b>	<b>972</b>			+	+	<b>зачет</b>	
<b>М.4</b>	<b>Итоговая государственная аттестация *)</b>	<b>3</b>	<b>108</b>				+	<b>экзамен</b>	
	<b>Общая трудоемкость основной образовательной программы</b>	<b>120</b>	<b>4320</b>						

**Примечание:**

Настоящий примерный учебный план составлен в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) высшего профессионального образования по направлению подготовки **140100 Теплоэнергетика и теплотехника**.

Курсовые работы (проекты), текущая и промежуточная аттестации (зачеты и экзамены) рассматриваются как вид учебной работы по дисциплине и выполняются в пределах трудоемкости, отводимой на ее изучение.

\*) Итоговая государственная аттестация магистра включает защиту выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

**Бюджет времени, в неделях**

Курсы	Теоретическое обучение	Экзаменационная сессия	Научно-исследовательская работа	Педагогическая практика	Научно-производственная практика	Итоговая государственная аттестация	Каникулы	Всего
I	36	6					10	52
II	0	0	18	4	18	2	10	52
Итого:	36	6	18	4	18	2	20	104

**Педагогическая практика** 3,4 семестры

**Научно-производственная практика** 3,4 семестры

**Итоговая государственная аттестация** подготовка и защита выпускной квалификационной работы 4 семестр

Настоящий учебный план составлен, исходя из следующих данных (в зачетных единицах):

Теоретическое обучение, включая экзаменационные сессии	<u>60</u>
Научно-исследовательская работа	<u>27</u>
Практики	<u>30</u>
Итоговая государственная аттестация	<u>3</u>
Итого:	<u>120</u>

Руководитель базового учреждения – разработчика ФГОС ВПО  
Ректор ГОУ ВПО "МЭИ (ТУ)"  
профессор

С.В. Серебрянников

## Примерные программы учебных дисциплин

### Примерная программа учебной дисциплины «Монтаж энергетического оборудования»

#### 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цель изучения дисциплины – формирование знаний в области технологии монтажа и ремонта основного и вспомогательного оборудования на строительных площадках ТЭС и АЭС и действующих энергетических предприятиях.

Задача дисциплины – теоретическое освоение технологических процессов монтажа и ремонта основных элементов и узлов котлов и паровых турбин, вспомогательного оборудования, последовательности и приемов их монтажа, способов ремонта.

#### 2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- демонстрировать навыки работы в коллективе, готовность генерировать (креативность) и использовать новые идеи (ПК- 3);
- находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения (ПК- 4);
- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-5);
- к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК- 7);
- к разработке мероприятий по профилактике производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращению экологических нарушений (ПК-26);
- к разработке мероприятий и нормативов по обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического и теплотехнического оборудования (СПК-4).

#### В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** передовые методы организации и управления монтажными и ремонтными работами, технологические процессы, область их применения, преимущества и недостатки, применяемые методы контроля;

**знать и уметь:** выбрать современные средства механизации монтажных и ремонтных работ; использовать в профессиональной деятельности действующие стандарты, требования и правила;

**уметь оценить:** экономическую эффективность монтажных и ремонтных работ; использования грузоподъемных механизмов и средств механизации;

**получить навыки:** разработки и расчета сетевых и линейных графиков производства монтажных и ремонтных работ и их оптимизации, расчета трудозатрат и оценки времени выполнения работ, расчета показателей эффективности монтажного и ремонтного производства, построения графиков движения рабочей силы.

#### 3. Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы - 144 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины	144	3

Аудиторные занятия	54	3	
Лекции	36	3	
Практические занятия (ПЗ)	18	3	
Семинары (С)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Другие виды аудиторных занятий	-	-	
Самостоятельная работа	90	3	
Курсовой проект (работа)	-	-	
Типовой расчет	18	3	
Реферат	-	-	
Другие виды самостоятельной работы	30	-	
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6	3
	Экзамен	36	3

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Организационно-техническая подготовка монтажного производства	*		
2	Основные методы поставки и монтажа оборудования	*		
3	Продолжительность монтажа оборудования	*	*	
4	Организация энергетического хозяйства	*		
5	Инженерные сооружения монтажной площадки	*	*	
6	Механизация монтажа оборудования	*		
7	Сетевое планирование и управление на монтажных работах	*	*	
8	Экономика производства монтажных работ	*	*	
9	Организация ремонта энергетического оборудования	*	*	

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### 1. Организационно-техническая подготовка монтажного производства

Проектно-техническая документация. Руководящие и нормативные документы по монтажу оборудования. Проектирование организации производства монтажных работ. Сметная часть проектов. Готовность строительных конструкций для монтажа оборудования.

###### 2. Основные методы поставки и монтажа оборудования

Метод блочного монтажа оборудования. Блочная поставка котельных агрегатов и паровых турбин. Показатели эффективности блочного монтажа. Поточный монтаж энергетических блоков.

###### 3. Продолжительность монтажа энергетического оборудования

Продолжительность монтажа строительства и монтажа оборудования. Нормы продолжительности строительства и монтажа. Оптимальна продолжительность монтажа оборудования. График движения рабочей силы. Сменный режим работы на монтаже.

###### 4. Организация энергетического хозяйства

Энергоснабжение монтажного участка. Электрическое освещение объектов монтажа. Организация кислородного хозяйства. Обеспечение участка горючими газами и сжатым воздухом.

### 5. Инженерные сооружения монтажной площадки

Генеральный план монтажной площадки. Расчет необходимых площадей сборочных площадок и складов. Временные здания и сооружения.

### 6. Механизация монтажа оборудования

Основные положения для выбора монтажных механизмов. Механизмы для монтажа оборудования котельных и машинных залов. Годовые и сменные режимы работы монтажных механизмов.

### 7. Сетевое планирование и управление на монтажных работах

Графики монтажа оборудования. Оценка времени выполнения работ. Сетевой график и его основные элементы. Расчет сетевых графиков. Системы СПУ на монтажном участке.

### 8. Экономика производства монтажных работ

Экономика производства монтажных работ. Показатели стоимости электростанций и монтажных работ. Образование цены монтажа оборудования. Укрупненные сметные нормы. Затраты труда на монтаж. Трудоемкость монтажа.

### 9. Организация ремонта энергетического оборудования

Организация ремонта энергетического оборудования. Периодичность ремонтов и нормы простоя оборудования в ремонте. Техническое обслуживание и плановые ремонты оборудования. Подготовительные работы к капитальным и средним ремонтам. Номенклатура и объем типовых работ, выполняемых при капитальном ремонте. Вывод в ремонт и производство ремонтов. Заводской ремонт транспортабельного оборудования. Планирование ремонтов. Финансирование ремонтов. Приемка оборудования из ремонта и оценка качества выполненных работ.

## **4.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен.**

## **4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы).**

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **5.1. Рекомендуемая литература.**

#### а) основная литература

1. Лавыгин В.М., Седлов А.С., Рожнатовский В.Д. и др. Тепловые электрические станции. М.: Издательство МЭИ, 2009. 406 с.
2. Винницкий Д.Я. Организация монтажа оборудования тепловых электростанций. М.: Энергия, 1980. 320 с.
3. Беляев А.А. Ремонт котлов высокого давления. М.: Энергоатомиздат, 1989. 224 с.

#### б) дополнительная литература

1. Рожнатовский В.Д. Сетевое планирование и управление при производстве ремонтов энергетического оборудования. М.: Изд-во МЭИ, 2005. 80 с.
2. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей. РДПР – СО 34.04.181-2003.

### **5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

При проведении семинаров желательно использовать кино-, видеофильмы или слайды, демонстрирующие процессы производства, монтажа и ремонта оборудования.

#### **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

В зависимости от конкретных средств обеспечения освоения дисциплины используются классы, оборудованные специальной техникой.

Программу представил Рожнатовский В.Д., канд.техн.наук, доцент МЭИ

**Примерная программа учебной дисциплины  
«Компьютерные технологии в науке и производстве (на примере теплоэнергетики)»**

### **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель изучения дисциплины – формирование знаний в области технологии проектирования и инженерного сопровождения эксплуатации теплоэнергетических установок тепловых электрических станций.

Задачи дисциплины:

- изучение компьютерных вычислительных систем применяемых в области проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок;
- выработка практических навыков профессиональной работы в компьютерных вычислительных системах.

### **2 Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины**

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- логически верно, аргументировано, ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);
- самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);
- анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику (ОК-12);
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);
- принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании теплоэнергетического оборудования и ТЭС в целом (ПК-10);
- использовать информацию о новых технологических процессах и новых видах технологического оборудования (ПК-17).

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:** основные технологические процессы теплоэнергетики, особенности их применения в технологическом оборудовании разного вида, преимущества и недостатки, применяемые методы математического моделирования;

**уметь:** использовать в профессиональной деятельности действующие технические регламенты, стандарты, требования и правила; выбирать компьютерные системы для решения поставленных задач.

**владеть:** основами работы в системах Mathcad, MS Excel, AutoCAD;

выполнять математическое моделирование тепловых процессов в теплоэнергетических установках.

### **3 Структура дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы - 108 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	1
Аудиторные занятия	36	1
Лекции	18	1
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	18	1
Другие виды аудиторных занятий	-	-
Самостоятельная работа	36	1

Курсовой проект (работа)	-	-
Типовой расчет (по выбору)	18	1
Реферат (по выбору)		
Другие виды самостоятельной работы	-	-
Вид промежуточной аттестации		
	Экзамен	36

#### 4 Содержание дисциплины

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	История развития компьютерных технологий в энергетических исследованиях и на ТЭС	*		
2	Применение систем MindManagerPro и MS Visio в организационной деятельности	*		*
3	Применение системы Mathcad для моделирования теплоэнергетических процессов	*		*
4	Применение системы MS Excel для моделирования и расчетов тепловых схем энергоблоков ТЭС	*		*
5	Обработка и анализ показателей производственной деятельности ТЭС	*		*
6	Интерактивные электронные документы в проектировании и на производстве (электронный документооборот)	*		
7	Системы графического моделирования тепловых схем и конструкций	*		*

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### 1. История развития компьютерных технологий в энергетических исследованиях и на ТЭС

Применение программирования на алгоритмических языках Алгол и Фортран для моделирования технологических схем ТЭС и прогнозирования развития больших систем энергетики в СЭИ АН СССР. Исторический ряд больших и малых ЭВМ. Внедрение ПЭВМ. Особенности алгоритмов и компьютерных программ расчета тепловых схем в 70-80 годах прошлого века. Современные проектные системы для задач проектирования ТЭС.

###### 2. Применение системы MindManagerPro и MS Visio в организационной деятельности

Область применения и инструментарий системы MindManagerPro.

Области применения и инструментарий системы MS Visio.

###### 3. Применение системы PTC Mathcad для моделирования теплоэнергетических процессов

Математическое моделирование технологических процессов без применения алгоритмического языка программирования. Функциональные инструментальные комплексы Mathcad. Применение программного комплекса WaterSteamPro для расчета теплофизических свойств воды и водяного пара.

Моделирование тепловой схемы энергоблока в оптимизационной постановке. Определение оптимальных параметров тепловой схемы энергоблока.

###### 4. Применение системы MS Excel для моделирования и расчетов тепловых схем энергоблоков ТЭС

Моделирование тепловой схемы турбоустановок для расчета переменных режимов работы. Визуализация энергетических характеристик энергетического оборудования ТЭС.

#### 5. Обработка и анализ показателей производственной деятельности ТЭС

Формы отчетности ТЭС и генерирующих компаний об энергетической эффективности производства электрической и тепловой энергии (3-тех, макет 15506).

Обработка показателей энергоустановок и ТЭС в MS Excel.

#### 6. Интерактивные электронные документы в проектировании и на производстве (электронный документооборот)

Государственные стандарты, регламентирующие организацию электронного документооборота в России. Структура и виды электронных документов. CALS-технология.

#### 7. Системы графического моделирования тепловых схем и конструкций

Применение систем MS Visio и AutoCAD для создания тепловых схем энергоблоков. Системы трехмерного моделирования компоновки оборудования ТЭС.

**4.3. Лабораторный практикум** – в компьютерном классе выполняются моделирование и расчеты процессов в теплоэнергетических установках

**4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы)** – не предусмотрено

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Рекомендуемая литература.**

##### *а) основная литература*

1. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров. Санкт-Петербург.:БХВ-Петербург, 2009.
2. Дорохов Е. В. Расчет тепловой схемы турбоустановки в электронных таблицах Excel. М.: Издательство МЭИ, 1999.
3. Дорохов Е.В. Основы проектирования тепловой схемы энергоблоков ТЭС на сверхкритических параметрах. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

##### *б) дополнительная литература*

1. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики: справочник / А.А. Александров, К.А. Орлов, В.Ф. Очков. М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
2. Кане М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества. СПб.: Питер, 2009.
3. Сайт интерактивных теплоэнергетических расчетов <http://twt.mpei.ru/ТТНВ/>

#### **5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

Раздаточные учебно-методические материалы. Отображение на большом экране изучаемых компьютерных систем в режиме интерактивности.

### **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе.

Программу представил Дорохов Е.В., кандидат технических наук, доцент МЭИ

**Примерная программа учебной дисциплины**  
**«Методика оценки эффективности инвестиционных проектов в энергетике»**

**1 Цели и задачи освоения дисциплины.**

Цель изучения дисциплины – формирование знаний в области организации и управления производственно-хозяйственной деятельностью энергообъектов.

Задачи дисциплины:

- изучение основных методик расчета показателей финансово-экономической эффективности инвестиционных проектов;
- изучение этапов инвестиционных проектов;
- выработка практических навыков работы со специализированными программными продуктами для финансового моделирования энергообъектов.

**2 Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.**

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- логически верно, аргументировано, ясно строить устную и письменную речь (ОК-2), самостоятельно обучаться новым методам исследования;
- проявлять инициативу, брать на себя всю полноту ответственности за свои решения в рамках профессиональной компетенции, способность разрешать проблемные ситуации (ОК-5);
- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, расширять и углублять своё научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий (ОК-6);
- самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, способность анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОК-9);
- использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники (ПК-2);
- находить творческие решения профессиональных задач и принимать нестандартные решения (ПК- 4);
- применять современные методы исследования и оценивать результаты выполненной работы (ПК- 6);
- оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-8);
- использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии (ПК-9);
- определять показатели технического уровня проектируемых объектов, а также основных показателей топливоиспользования (ПК-11);
- выполнять технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности выбранных проектных решений (ПК-13);
- использовать прикладное программное обеспечение для выбора приоритетных вариантов тепловых схем и расчета параметров в различных режимах работы (ПК-14);
- выполнять обоснования мероприятий по экономии энергоресурсов, потребности энергообъекта в электрической, тепловой и других видах энергии (ПК-31).

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

- **знать:** основные методики расчета показателей финансово-экономической эффективности инвестиционных проектов, область их применения, преимущества и недостатки; основные подходы к разработке бизнес-планов энергообъектов.

- **уметь:** использовать в профессиональной деятельности действующие нормативные документы, стандарты, требования и правила, а также стратегия развития энергетики России; принимать и обосновывать экономические решения при реализации инвестиционных проектов.
- **владеть:** специализированными программами для расчета экономической эффективности строительства энергообъектов

### 3 Структура дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы - 144 часа

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины		144	2
Аудиторные занятия		68	2
Лекции		36	2
Практические занятия (ПЗ)		16	2
Семинары (С)		-	-
Лабораторные работы (ЛР)		16	2
Другие виды аудиторных занятий		-	-
Самостоятельная работа		76	2
Курсовой проект (работа)		-	-
Типовой расчет (по выбору)		16	-
Реферат (по выбору)			2
Другие виды самостоятельной работы		-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6	2
	Экзамен	36	2

### 4 Содержание дисциплины.

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Технический уровень и состояние энергетики России	*		
2	Роль энергетики в развитии экономики	*		
3	Оптовый и потребительский рынки электрической энергии. Методы расчета тарифов на электроэнергию и мощность	*	*	
4	Проектирование энергообъектов	*	*	
5	Капитальные вложения в объекты энергохозяйства	*	*	
6	Основные и оборотные средства энергопредприятий	*	*	
7	Финансово-экономические результаты производственно-хозяйственной деятельности ТЭС	*	*	*
8	Финансово-экономическая эффективность инвестиций в энергообъекты	*	*	*
9	Бизнес-план энергообъекта	*	*	*
10	Себестоимость энергетической продукции	*	*	*
11	Кадры энергопредприятий	*	*	

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 1. Технический уровень и состояние энергетики России

Понятие о техническом уровне энергетики и теплоэнергетики. Экономичность электростанций. Основные документы, определяющие развитие энергетики России. Перспективный спрос и эволюция рынков энергетических ресурсов. Обобщенная характеристика внешних условий развития ТЭК.

### 2. Роль энергетики в развитии экономики

Основные характеристики энергетического хозяйства национальной экономики. Топливо-энергетические ресурсы. Прогнозирование спроса на электро- и теплоэнергию.

### 3. Оптовый и потребительский рынки электрической энергии. Методы расчета тарифов на электроэнергию и мощность

Организация оптового и потребительского рынков энергии. Порядок подбора поставщиков электроэнергии на рынки. Противоречия, возникающие при работе оптового и потребительского рынков электроэнергии. Методы расчета тарифов на электроэнергию поставляемую на оптовый рынок и получаемую с оптового рынка, двухставочного и одноставочного.

### 4. Проектирование энергообъектов

Основные фазы проектирования. Участники инвестиционного проекта. Последовательность проектирования. Состав проектной документации.

### 5. Капитальные вложения в объекты энергохозяйства

Сметная стоимость строительства. Структура сметы. Методы определения капитальных вложений в энергообъекты. Виды стоимостных расценок.

### 6. Основные и оборотные средства энергопредприятий

Экономическая сущность, состав и структура основных и оборотных средств энергообъектов. Износ основных средства. Нормирование оборотных средств. Показатели эффективности использования основных и оборотных средств. Производственные мощности энергообъектов.

### 7. Финансово-экономические результаты производственно-хозяйственной деятельности ТЭС

Основы ценообразования в энергетической отрасли. Объемные показатели промышленного производства. Прибыль и рентабельность в промышленности и энергетике. Основные финансовые документы предприятия. Критерии финансового состояния ТЭС.

### 8. Финансово-экономическая эффективность инвестиций в энергообъекты

Основные термины и определения. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета и с учетом фактора времени. Особенности сравнения вариантов инвестиционных проектов в теплоэнергетике.

### 9. Бизнес-план энергообъекта

Особенности бизнес-планирования в энергетике. Макет и содержание разделов бизнес-плана энергообъекта.

### 10. Себестоимость энергетической продукции

Методы расчета себестоимости энергетической продукции. Группировка затрат. Классификация текущих затрат на производство. Методы разделения затрат по видам продукции. Особенности расчет себестоимости продукции на ТЭЦ. Факторы снижения себестоимости энергетической продукции.

### 11. Кадры энергопредприятий

Классификация и структура кадров энергопредприятий. Определение численности персонала и производительности труда. Заработная плата, системы оплаты труда. Планирование фонда заработной платы.

**4.3. Лабораторный практикум** – в компьютерном классе выполняется моделирование и расчет экономической и коммерческой эффективности инвестиционных проектов.

**4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы)** - не предусмотрено.

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

**5.1. Рекомендуемая литература.**

а) основная литература

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. 2-я ред. Утверждено Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ, Гос. Комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике от 21 июня 1999 г. № ВК 477.
2. Рогалев Н.Д., Зубкова А.Г., Мастерова И.В. Экономика энергетики. Учебное пособие для вузов / Под ред. Рогалева Н.Д. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 288 с.
3. Фомина В.Н. Экономика электроэнергетики. Учебник. — М.: ГУУ, ИПКгосслужбы, 2005.- 392 с.
4. Дьяков А.Ф., Максимов Б.К., Молодюк В.В. Рынок электрической энергии в России: состояние и проблемы развития: Учебное пособие / Под ред. А.Ф. Дьякова. М.: Издательство МЭИ, 2000. – 138 с.

б) дополнительная литература

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. Утверждена распоряжением Правительства РФ №1715-р от 13 ноября 2009 г.
2. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 г. Утверждена распоряжением Правительства РФ № 215-р от 22 февраля 2008 г.

**5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

Раздаточные учебно-методические материалы. Отображение на экране изучаемых программ, а также слайдов и презентаций по теме занятий.

**6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

В зависимости от конкретных средств обеспечения освоения дисциплины (см. п. 5.2) используются классы, оборудованные специальной техникой.

Программу представила Макаревич Е.В., ст. преп. МЭИ

## *Примерная программа учебной дисциплины «Экологическая безопасность ТЭС»*

### **1 Цели и задачи освоения дисциплины.**

Цель изучения дисциплины – формирование знаний в области малоотходных, экологически безопасных технологий производства тепловой и электрической энергии на ТЭС.

Задача дисциплины – теоретическое и практическое освоение технологических процессов экологически безопасного производства товарной продукции на ТЭС, включая производство «сырья» и вторичных товарных продуктов для смежных производств.

### **2 Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.**

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения (ПК- 4);
- применять современные методы исследования проводить технические испытания и (или) научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы (ПК- 6);
- формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с созданием новых или реконструкцией существующих энергообъектов на базе газотурбинного и парогазового оборудования, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик применяемого оборудования, соответствие их современному уровню развития техники и технологии, повышение экологической безопасности, улучшение условий труда, экономию ресурсов (ПК-10);
- выбирать серийное и проектировать новое энергетическое и теплотехническое оборудование (ПК-15);
- использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах (ПК-22);
- к разработке мероприятий по профилактике производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращению экологических нарушений (ПК-26).

### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:** основные технологические процессы, основное оборудование и область его применения, преимущества и недостатки, применяемые методы контроля;

**уметь:** использовать в профессиональной деятельности действующие стандарты, требования, нормы и правила; выбирать оптимальные технические решения как для изготовления конкретных узлов и деталей оборудования, так и для технологий.

**владеть:** информацией о воздействии технологического оборудования на экологию, и человека; о современных методах обеспечения экологической безопасности ТЭС; методиками разработки мероприятий по реализации этих методов.

### **3 Структура дисциплины и виды учебной работы.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы - 108 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины	108	1
Аудиторные занятия	42	1
Лекции	34	1
Практические занятия (ПЗ)	8	1
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Другие виды аудиторных занятий	-	-

Самостоятельная работа	66	1
Курсовой проект (работа)	-	-
Типовой расчет	-	-
Реферат	13	1
Другие виды самостоятельной работы	-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6
		1

#### 4 Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Энергетика и окружающая среда	*		
2	Снижение выбросов золовых частиц в атмосферу	*		
3	Снижение выбросов соединений серы в атмосферу	*	*	
4	Снижение выбросов оксидов азота в атмосферу	*		
5	Сокращение выбросов водяного пара в атмосферу	*	*	
6	Сокращение выбросов в атмосферу «парниковых газов»	*	*	
7	Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду	*		
8	Технологические схемы экологически безопасных ТЭС	*	*	
9	Технологические схемы экологически безопасных ТЭС по государственной программе «Экологически чистая энергетика»	*	*	
10	Образование и характеристика сточных вод на ТЭС	*	*	

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### 1 Энергетика и окружающая среда

Экологические аспекты развития энергетики. Воздействие ТЭС на окружающую среду. Экономический механизм стимулирования рационального природопользования и защиты окружающей среды от выбросов и сбросов ТЭС. Учет и оценка использования природных ресурсов. Планирование экологических мероприятий природопользования. Лицензирование природопользования. Лимиты и плата за природопользование. Внебюджетные экологические фонды. Классификация ТЭС по экологическому показателю.

###### 2 Снижение выбросов золовых частиц в атмосферу

Место и роль твердого топлива в энергетике РФ. Снижение выброса золовых частиц с дымовыми газами котлов. Золоулавливание и типы золоуловителей: циклонные, мокрые инерционные. Электрофильтры и тканевые фильтры. Конструкции и технические характеристики. Опыт освоения тканевых фильтров.

###### 3 Снижение выбросов соединений серы в атмосферу

Нормативы выброса соединений серы в атмосферу. Очистка топлива от соединений серы. Связывание соединений серы в процессе горения. Очистки дымовых газов от соединений серы. Мокро-известняковый способ (МИС) очистки дымовых газов от SO<sub>2</sub>. Мокро-сухой способ (МСС) очистки дымовых газов от SO<sub>2</sub>. Магнетитовый способ (МАГ) очистки дымовых газов от SO<sub>2</sub>. Аммиачно-сульфатный (АСС) способ очистки дымовых газов от SO<sub>2</sub>. Упрощенные малозатратные технологии сероочистки.

###### 4 Снижение выбросов оксидов азота в атмосферу

Нормативы выбросов  $\text{NO}_x$ . Механизмы образования оксидов азота: термических, топливных, «быстрых». Первичные мероприятия по уменьшению выбросов  $\text{NO}_x$ . Горелки с низким выбросом  $\text{NO}_x$ . Ступенчатое сжигание топлива. Рециркуляция дымовых газов. Применение комбинированных первичных мероприятий. Вторичные мероприятия по уменьшению выбросов  $\text{NO}_x$ . Системы селективного восстановления  $\text{NO}_x$  до  $\text{N}_2$  в дымовых газах. Применение технологии DENOX компании «ХальдерТопсеА/О» на российских ЭС. Электронно-лучевой способ очистки дымовых газов от  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$  (ЭЛС). Технико-экономическая оценка затрат на мероприятия по сокращению выброса оксидов азота в атмосферу от энергетических котлов. Снижение образования оксидов азота в газотурбинных и парогазовых установках ЭС. Особенности газотурбинных установок ЭС. Особенности сжигания топлив в камерах сгорания ГТУ. Технические решения по улучшению экологических характеристик ГТУ. Определение массовых выбросов оксида азота с выхлопными газами энергетических ГТУ. Выбросы оксидов азота при эксплуатации ПГУ.

#### 5 Сокращение выбросов водяного пара в атмосферу

Системы охлаждения конденсаторов турбин. Системы оборотного охлаждения (СОО) с градирнями. Выбросы водяного пара с дымовыми газами в атмосферу. Сухие градирни. Градирни комбинированного типа. Воздушные конденсаторы и условия их эксплуатации.

#### 6 Сокращение выбросов в атмосферу «парниковых газов»

Влияние углекислого газа на глобальное потепление климата на Земле. Способы ограничения выброса углекислого газа в атмосферу от ТЭС. Реализация технических решений, повышающих КПД ТЭС. Повышение КПД на паротурбинных ТЭС. Повышение КПД на ТЭС за счет организации ПГУ. Снижение выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу от различных энергоустановок.

#### 7 Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду

Химический и фазово-минералогический состав золы и шлака. Влияние золошлакоотвалов на окружающую среду. Использование золошлаков ТЭС. Методические положения по созданию систем ЗШУ с высокими экологическими показателями.

#### 8 Технологические схемы экологически безопасных ТЭС

Блок № 5 ТЭС Альтбах-Дейцизау. Описание технологической схемы блока. Установки по очистке дымовых газов от золы,  $\text{SO}_2$ . Мероприятия по снижению выбросов  $\text{NO}_x$ . Снижение выбросов водяных паров. Дымовая труба. Технология сероочистки на Дорогобужской ТЭЦ. Селективное некаталитическое восстановление оксидов азота (СНКВ) по опыту в России. Опыт освоения ТЭС с ПГУ.

#### 9 Технологические схемы экологически безопасных ТЭС по государственной программе «Экологически чистая энергетика»

ГРЭС мощностью 2000 МВт на экибастузском угле с блоками по 500 МВт (проект ВТИ, проект ЭНИН). ГРЭС мощностью 6400 МВт на канско-ачинских углях. Ростовская ГРЭС мощностью 2400 МВт для сжигания АШ в топке с «циркулирующим кипящим слоем» (ЦКС). Опытно-промышленная парогазовая установка с газификацией угольной пыли канско-ачинского угля на Красноярской ГРЭС-2. Экологически безопасная ТЭС, сжигающая уголь в шлаковом расплаве.

#### 10 Образование и характеристика сточных вод на ТЭС

Водоподавание и водоотведение на ТЭС. Основные потребители воды и характеристика сточных вод. Система охлаждения конденсаторов турбин и вспомогательного оборудования. Системы гидрозолоудаления. Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами. Обмывки РВП и конвективных поверхностей нагрева котлов. Химические промывки и консервация оборудования. Системы мокроизвесткового способа очистки дымовых газов от оксидов серы. Сточные воды водоподготовительных установок. Стоки поверхностных ливневых и талых вод с территории ТЭС. Системы водопонижения.

**4.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен.**

**4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрен.**

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

**5.1. Рекомендуемая литература.**

а) основная литература:

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987. 448 с.
2. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электростанции, учебник. М.: Изд. дом МЭИ, 2010. 464 с.
3. Повышение экологической безопасности ТЭС/ А.И. Абрамов, Д.П. Елизаров, А.Н. Ремезов, А.С. Седлов и др. М.: Издательство МЭИ, 2002 – 376с.

б) дополнительная литература:

1. Тепловые и атомные электростанции. Справочник / Под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 3-е изд. М. Издательский дом МЭИ, 2002.
2. Терминологический справочник по электроэнергетике.-М.:Типография «КЕМ», 2008-912с.

**5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

При проведении лекционных и практических занятий используются видеофильмы и слайды, демонстрирующие процессы производства тепловой и электрической энергии на экологически безопасных ТЭС.

**6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

В зависимости от конкретных средств обеспечения освоения дисциплины используются классы, оборудованные специальной техникой.

Программу представил Седлов А.С., докт. техн.наук, проф. МЭИ

**Примерная программа учебной дисциплины  
«Парогазовые и газотурбинные ТЭС»**

**1. Цели и задачи освоения дисциплины.**

Цель изучения дисциплины – формирование знаний в области технологии производства электроэнергии и теплоты на тепловых электрических станциях с газотурбинными и парогазовыми установками.

Задача дисциплины – теоретическое освоение технологических процессов на газотурбинных и парогазовых ТЭС в целом и на их отдельных элементах.

**2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.**

В процессе освоения дисциплины обучающийся способен и готов:

- логически верно, аргументировано, ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);
- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий (ОК-6);
- вести библиографическую работу с привлечением информационных технологий, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОК-9);
- публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику (ОК-12);
- использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности (ПК-2);
- находить творческие решения профессиональных задач, принимать нестандартные решения (ПК-4);
- применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные исследования (ПК-6);
- оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-8);
- к участию в разработке эскизных, технических и рабочих проектов газотурбинных и парогазовых ТЭС с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-12);
- выполнять технические расчеты по выбору профиля энергообъекта с учетом его месторасположения и режимов работы (ПК-13);
- выбирать серийное и проектировать новое энергетическое и теплотехническое оборудование (ПК-15);
- использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах (ПК-22).

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:** основные технологические процессы, область их применения, преимущества и недостатки технических решений;

**уметь:** использовать в профессиональной деятельности действующие стандарты, требования и правила.

**владеть:** современными средствами научных исследований.

**3. Структура дисциплины и виды учебной работы.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы - 180 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость дисциплины	180	1, 2
Аудиторные занятия	83	1, 2
Лекции	51	1, 2
Практические занятия (ПЗ)	16	1, 2

Семинары (С)		-	-
Лабораторные работы (ЛР)		16	2
Другие виды аудиторных занятий		-	-
Самостоятельная работа		34	1, 2
Курсовой проект (работа)		-	-
Типовой расчет		-	-
Реферат		13	1
Другие виды самостоятельной работы		-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	-	-
	Экзамен	50	1, 2

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
1	Типы тепловых схем энергетических ГТУ	*		
2	Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ	*	*	*
3	Режимы работы ГТУ и вопросы эксплуатации	*	*	*
4	Блочные системы ГТУ	*		
5	Рынок энергетических ГТУ	*		
6	Газотурбинные ТЭЦ	*	*	*
7	Парогазовые КЭС с котлами-утилизаторами	*	*	*
8	Применение парогазовых технологий для техперевооружения паротурбинных ТЭС	*	*	
9	Парогазовые ТЭЦ	*	*	
10	Перспективы развития ПГУ-ТЭС	*	*	
11	Общестанционные системы ГТУ и ПГУ ТЭС	*		
12	Методики испытаний ГТУ и ПГУ ТЭС	*	*	
13	Организация работ при проектировании и строительстве ГТУ и ПГУ ТЭС	*		

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### 1. Типы тепловых схем энергетических ГТУ

Характеристики тепловых схем энергетических ГТУ: принцип работы, показатели. Способы повышения экономичности ГТУ.

###### 2. Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ

Влияние температуры наружного воздуха, давления и влажности на характеристики ГТУ. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ.

###### 3. Режимы работы ГТУ и вопросы эксплуатации

Переменные режимы ГТУ, пуско-остановочные режимы. Техническое обслуживание ГТУ. Методика расчета ГТУ.

###### 4. Блочные системы ГТУ

Топливное хозяйство ГТУ. Системы автоматизации и защиты. Системы подготовки воздуха. Системы шумоглушения. Система маслоснабжения. Антипомпажная система.

###### 5. Рынок энергетических ГТУ

Экологические характеристики ГТУ. Основные российские и зарубежные фирмы-производители. Типоразмеры ГТУ. Конверсионные ГТУ. Сравнение характеристик российских и зарубежных ГТУ. Каталоги по ГТУ и программные средства их расчета.

#### 6. Газотурбинные ТЭЦ

Типы тепловых схем ГТУ ТЭЦ. Режимы работы, выбор технических решений по регулированию графиков тепловых нагрузок. Показатели экономичности ГТУ-ТЭЦ. Методика расчета тепловых схем ГТУ ТЭЦ. Моделирование режимов работы ГТУ ТЭЦ. Оптимизация характеристик, оборудования и технических решений при разработке ГТУ-ТЭЦ.

#### 7. Парогазовые КЭС с котлами-утилизаторами

Типы тепловых схем. Показатели экономичности. Режимы работы. Методика конструкторского расчета тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Поверочные расчеты ПГУ КЭС с КЭС. Оптимизация параметров и профиля тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Программные комплексы для расчета ПГУ КЭС.

#### 8. Применение парогазовых технологий для техперевооружения

##### паротурбинных ТЭС

Технологические решения и тепловые схемы ПГУ ТЭС для техперевооружения. Выбор характеристик и параметров тепловых схем. Режимы работы.

#### 9. Парогазовые ТЭЦ

Особенности отпуска теплоты на ПГУ ТЭЦ. Показатели экономичности. Режимы работы. Особенности выбора технических решений на ПГУ ТЭЦ.

#### 10. Перспективы развития ПГУ-ТЭС

ПГУ ТЭС с газификацией. ПГУ ТЭС на базе ГТУ со сложными циклами. ПГУ ТЭС с впрыском пара/воды.

#### 11. Общестанционные системы ГТУ и ПГУ ТЭС

Топливное хозяйство. Особенности водоподготовки и технического водоснабжения. Системы автоматизации ПГУ ТЭС и ведения режимов работы. Компоновки и генплан ГТУ и ПГУ ТЭС.

#### 12. Методики испытаний ГТУ и ПГУ ТЭС

Нормативные документы по испытаниям ГТУ и ПГУ ТЭС. Типы испытаний. Гарантийные показатели отдельного оборудования и энергоблоков ГТУ и ПГУ ТЭС.

#### 13. Организация работ при проектировании и строительстве ГТУ и ПГУ ТЭС

Разработка концепций строительства ГТУ и ПГУ ТЭС. Основные требования на этапе проектирования. Формы реализации проектов строительства ГТУ и ПГУ ТЭС. Разработка технических требований на этапах проектирования и строительства. Технический контроль на различных этапах реализации проектов.

### **4.3. Лабораторный практикум.**

1. Исследование влияния и климатических характеристик на показатели экономичности энергетических ГТУ.
2. Исследование режимов работы энергетических ГТУ.
3. Исследование режимов работы газотурбинных ТЭЦ.
4. Исследование режимов работы парогазовых ТЭС с котлами-утилизаторами.

**4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрено.**

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **5.1. Рекомендуемая литература.**

#### а) основная литература

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 584 с.
2. Энергетические газотурбинные установки. Цанев С.В., Буров В.Д., Земцов А.С., Осыка А.С. – М.: Издательский дом МЭИ. 2010. – 462 с.

#### б) дополнительная литература

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Дудолин А.А. Газотурбинные и парогазовые установки с впрыском пара. – М.: Издательский дом МЭИ. 2010. – 80 с.
2. Расчет показателей тепловых схем и элементов парогазовых и газотурбинных установок электростанций / С.В. Цанев, В.Д. Буров, С.Н. Дорофеев и др. – М.: Издательство МЭИ. 2000. – 72 с.
3. Журналы «Электрические станции», «Теплоэнергетика», «Турбины и дизели», «Газотурбинные технологии».

### **5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

При проведении лекций используются слайды по технологическим процессам на ГТУ и ПГУ ТЭС. Лабораторные работы базируются на основе современных программных комплексов ведущих зарубежных и российских фирм.

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Изучение дисциплины проходит в классах, оборудованных специальной техникой и современными программными комплексами.

Программу разработал Буров В.Д., канд.техн.наук, зав. каф. ТЭС МЭИ (ТУ)

## **Примерная программа учебной дисциплины «Оптимизация режимов работы ТЭС»**

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины.**

Цель изучения дисциплины – формирование знаний в области технологии производства, эксплуатации и совершенствования режимов работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

Задача дисциплины – теоретическое освоение технологических процессов при работе в переменных режимах, освоение методов расчета режимов и оценки эффективности эксплуатации ТЭС и ТЭЦ в условиях рынка. Изучение технологий и направлений совершенствования технологического процесса.

### **2. Основные требования к уровню освоения содержания дисциплины.**

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-5);
- находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения (ПК- 4);
- демонстрировать навыки работы в коллективе, готовность генерировать (креативность) и использовать новые идеи (ПК- 3);
- оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-8);
- способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с созданием новых или реконструкцией существующих энергообъектов на базе газотурбинного и парогазового оборудования, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик применяемого оборудования, соответствие их современному уровню развития техники и технологии, повышение экологической безопасности, улучшение условий труда, экономию ресурсов (ПК-10);
- готовность к проведению технических расчетов по выбору профиля энергообъекта с учетом его месторасположения, режимов работы и предполагаемых нагрузок по тепловой и электрической энергии; технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности выбранных проектных решений (ПК-13);
- готовность выбирать серийное и проектировать новое энергетическое и теплотехническое оборудование (ПК-15);
- готовность к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ (ПК-25).

#### **Задачами дисциплины являются:**

- изучить способы и методы совершенствования технологических процессов и схем энергетического оборудования при его работе в переменных режимах;
- изучить основные факторы, определяющие выбор состава и режимов работы оборудования при покрытии графика нагрузки, с обеспечением максимальной эффективности.
- -изучить способы и методы подготовки коммерческих заявок на несение нагрузки станцией за X-1 при обеспечении максимальной маржинальной прибыли
- научить планированию и проведению испытаний технологического оборудования;
- научить методам расчета режимов работы оборудования с использованием типовых методик.

**знать:** основные технологические процессы и режимы работы, область их применения, преимущества и недостатки, применяемые методы контроля, методы совершенствования технологических схем и режимов работы;

**уметь:** использовать в профессиональной деятельности действующие стандарты, требования и правила, в том числе правила рынка электроэнергетики и мощности;

выбирать оптимальные режимы и технологические операции обеспечивающие, максимальное энерго и ресурсосбережение, сохранность оборудования и надежность эксплуатации.

**владеть:**

-информацией о технологических параметрах оборудования и допустимых пределах их отклонения;

-навыками применения полученной информации при проектировании и эксплуатации станций, энергоблоков ТЭС

-навыками разработки концепций развития станций с учетом требований рынка и максимальной эффективности использования оборудования, владеть навыками выбора оборудования.

**3. Структура дисциплины и виды учебной работы.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц - 252 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
Общая трудоемкость дисциплины	252	1,2	
Аудиторные занятия	126	1,2	
Лекции	54	1,2	
Практические занятия (ПЗ)	36	1,2	
Семинары (С)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	36	1,2	
Другие виды аудиторных занятий	-	-	
Самостоятельная работа	126	1,2	
Курсовой проект (работа)	-	-	
Типовой расчет	24	1,2	
Реферат			
Другие виды самостоятельной работы	24	1,2	
Вид промежуточной аттестации	Зачет	6	1,2
	Экзамен	72	1,2

**4. Содержание дисциплины.**

**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР
	1 семестр			
1	Основные принципы оптимизации режимов работы	*		
2	Совершенствование схем и технологии пуска и останова основного оборудования.	*	*	*
3	Способы и методы получения дополнительной мощности. Выбор оптимальных методов и технологий.	*	*	*
4	Способы расширения регулировочного диапазона основного оборудования.	*	*	*
5	Способы прохождения провалов нагрузки, конденсационными энергоблоками и агрегатами ТЭЦ.	*	*	*
6	Аккумуляция энергии. Методы, способы эффективность и применимость, методы оценки	*	*	*
	2 семестр			
7	Выбор оптимального состава оборудования. Методы распределения нагрузки между агрегатами.	*	*	*

8	Принципы разработки концепции развития станций на этапе инвестиционного обоснования проектов, с учетом режимов работы оборудования.	*	*	*
---	---	---	---	---

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 1 семестр

#### 1. Основные принципы оптимизации режимов работы

Общая характеристика условий и основные принципы оптимизации режимов работы энергетического оборудования. Уровни и этапы оптимизации. Основные цели и задачи оптимизации в течение жизненного цикла станции.

#### 2. Совершенствование схем и технологии пуска и останова основного оборудования.

Пуски барабанных котлов на общестанционную магистраль. Пусковые растопочные схемы. Основные этапы пуска котлов.

Пуски паровых турбин на ТЭС с поперечными связями. пусковые схемы. Этапы пуска турбоагрегата. расходы и потери теплоты и топлива при пусках. Нормы затрат топлива на пуски.

Пуски энергоблоков. Пусковые схемы блоков с барабанными котлами. Пусковые схемы энергоблоков с прямоточными котлами.

Температурные напряжения в металле элементов энергоблока в пусковых режимах и связанные с ними ограничения. Допустимые скорости прогрева и расхолаживания оборудования.

Унифицированная технология пуска блоков сверхкритических параметров. Малоцикловая надежность, способы определения допустимых циклов для различных способов резервирования.

Преимущества блочных пусков на скользящих параметрах пара.

Основные факторы, ограничивающие скорость пуска энергоблоков (температурные напряжения, относительное удлинение ротора, рост температуры в последних ступенях на холостом ходу, эрозионный износ последних ступеней).

Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков.

Остановы блоков. Плановые и аварийные. Классификация остановов. Совершенствование технологии останова блока в резерв. Тепловая консервация энергоблоков. Останов энергоблоков в плановый ремонт. Расхолаживание оборудования. Расхолаживание под нагрузкой, расхолаживание сторонним паром. Расхолаживание воздухом. Схемы расхолаживания и их эффективность.

#### 3. Способы и методы получения дополнительной мощности. Выбор оптимальных методов и технологий.

Перегрузочные возможности основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

Способы получения дополнительной мощности на конденсационных энергоблоках за счет режимных мероприятий (форсирование котла, отключение ПВД). Расчет затрат топлива в режимах получения пиковой мощности. Оценка экономической эффективности режимов.

Способы получения дополнительной электрической нагрузки на теплофикационных агрегатах, области их применения, сравнительная эффективность. Надежность работы оборудования ТЭЦ в режимах с повышенной нагрузкой.

#### 4. Способы расширения регулировочного диапазона основного оборудования

Регулировочный диапазон оборудования, технический минимум, маневренные характеристики. Ограничения по условиям надежности, устанавливаемые на диапазон изменения нагрузки энергоблока, устойчивого сжигания топлива, шлакоудаления. Минимально и максимально допустимые нагрузки. Сброс нагрузки до уровня собственных нужд и холостого хода. Подхват нагрузки

Маневренность оборудования ТЭС. Методы повышения маневренности и регулировочного диапазона. Конструктивные и режимные мероприятия. Их сравнительная

эффективность.. Температурные напряжения в металле в переходных режимах работы оборудования. Ползучесть. Малоцикловая усталость. Ресурс металла

#### 5. Способы прохождения провалов нагрузки, конденсационными энергоблоками и агрегатами ТЭЦ.

Способы прохождения провалов нагрузки. Разгрузка энергоблоков. Пуско-остановочные режимы. Малопаровые режимы. Моторный режим и режим горячего вращающегося резерва. Преимущества и недостатки. Расчет затрат топлива при различных способах прохождения провалов нагрузки. Оптимизация работы энергоблоков в малорасходных режимах.

Перегрузочные возможности основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

Способы получения дополнительной мощности на конденсационных энергоблоках за счет режимных мероприятий (форсирование котла, отключение ПВД). Расчет затрат топлива в режимах получения пиковой мощности. Оценка экономической эффективности режимов.

Участие теплофикационных агрегатов различного типа в регулировании графиков тепловой и электрической нагрузок. Способы снижения электрической нагрузки при постоянной тепловой нагрузке, их сравнительная эффективность. Вопросы эксплуатации ЦНД теплофикационных турбин при работе их с полностью закрытой диафрагмой. Ограничения по температуре металла лопаток ЦНД, давления в конденсаторе, давления и расхода в теплофикационных отборах. Методы расчета эффективности выбора способа прохождения провала нагрузки.

#### б. Аккумуляирование энергии. Методы, способы эффективность и применимость, методы оценки

Выравнивание графиков нагрузки энергосистем и электростанций за счет использования аккумуляторов. Типы аккумуляторов. Их применимость и эффективность. Перспективы использования аккумуляторов различных типов. Аккумуляторы тепла и ГАЭС. Особенности расчета затрат топлива при использовании аккумуляторов тепла. Выбор емкости аккумуляторов тепла и ГАЭС в энергосистеме. Аккумуляирование энергии в тепловых сетях. Способы использования аккумуляторов сетевой воды. Оптимизация периодов зарядки и разрядки с учетом электрического графика нагрузки и изменении спроса на тепловую и электрическую энергию в течение суток. Методы расчета оценки экономической эффективности.

## **2 семестр**

#### 7. Выбор оптимального состава оборудования. Методы распределения нагрузки между агрегатами.

Методы оптимального распределения нагрузки между параллельно работающими агрегатами в пределах станции (ТЭС, АЭС) при однотипном и разнотипном оборудовании. Методы распределения нагрузки по равенству относительных приростов, метод «клапанов», динамическое программирование, аналитические методы. Области применимости каждого из указанных методов. Выбор и оптимизация состава генерирующего оборудования при прохождении провалов нагрузки при однотипном и разнотипном составе оборудования. Учет факторов надежности при выборе состава генерирующего оборудования.

Методы совместной оптимизации по выбору состава оборудования и распределение нагрузки при прохождении провалов нагрузки.

Особенности внутростанционной оптимизации режимов работы оборудования ТЭЦ. Совместное распределение тепловой и электрической нагрузки между турбо- и котлоагрегатами ТЭЦ при однотипном и разнотипном оборудовании. Учет экологических и надежности факторов при проведении оптимизационных расчетов.

#### 8. Принципы разработки концепции развития станций на этапе инвестиционного обоснования проектов, с учетом режимов работы оборудования.

Основные принципы разработки концепции развития станций и энергосистем с учетом фактора спроса на тепловую и электрическую энергию, наличия площадки для строительства,

связей с энергосистемой, наличия топлива, коммуникаций и инфраструктуры. Влияние доли базовой и переменной части нагрузки на выбор типа и единичной мощности агрегата и станции в целом. Методы учета влияния режимов работы оборудования на выбор оптимального варианта. Принципы выбора и ранжирования вариантов нового строительства или вариантов продления оборудования. Анализ морального и физического старения оборудования. Методика выбора оптимального варианта.

**4.3. Лабораторный практикум – Компьютерное моделирование и эксперименты на действующем оборудовании.**

**4.4. Примерные темы курсового проекта (курсовой работы) – не предусмотрено.**

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

**5.1. Рекомендуемая литература.**

а) основная литература

1.Тепловые электрические станции: учебник для вузов //В.Д. Буров, Е.В.Дорохов, Д.П. Елизаров, Е.Т. Ильин и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева.- М.: Изд-во МЭИ, 2008.-454с.

2. Теплоэнергетическое оборудование и режимы работы ТЭС//Ильин Е.Т., и др. Учебно-методические материалы по программам повышения квалификации и профессиональной подготовки специалистов по направлению «Теплоэнергетика», М.:МЭИ, 2002, 108с.

б) дополнительная литература

1.Режимы тепловых электростанций. Усов С.В., Казаров С.А., 1985г.

2.Эксплуатация энергетических блоков. Доброхотов В.И. и др.,1987г

3.Журналы «Теплоэнергетика», «Электрические станции», «Энергетика за рубежом».

**5.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

Электронная версия расчета параметров воды и водяного пара.

Раздаточный материал с методическими указаниями по каждому заданию с его электронной версией. Наборы слайдов с описанием методик и технологических схем.

Программы расчета тепловых схем, имитирующих работу станции.

**6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Для проведения лекций и практических занятий необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для презентаций и показа учебных фильмов.

Для проведения лабораторных работ необходим компьютерный класс.

**Программу представили:** Ильин Е.Т., канд.техн.наук, доцент МЭИ,  
Печенкин С.П., старший преподаватель МЭИ.