

ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Цели итоговой государственной аттестации

Целью итоговой государственной аттестации является оценка качества подготовки выпускника по направлению подготовки 140100 – «теплоэнергетика и теплотехника» на основе сформированных общекультурных универсальных (общенаучных, социально-личностных, инструментальных) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по данному направлению подготовки.

2. Место итоговой государственной аттестации в структуре ООП

Итоговая государственная аттестация базируется на освоении студентами цикла профессиональных дисциплин с учётом знаний, полученных в гуманитарном, социальном, экономическом, математическом и естественно-научном циклах. В основу итоговой государственной аттестации положены следующие теплотехнические дисциплины, предусмотренные учебным планом: техническая термодинамика, теплообмен, гидрогазодинамика, нагнетатели и тепловые двигатели, источники энергии автономных энергетических систем, физико-химические основы сжигания и переработки топлива, основы трансформации теплоты, термовлажностные и низкотемпературные технологические процессы и установки, нетрадиционные возобновляемые источники энергии, газоснабжение, источники производства теплоты, потребители теплоты, энергетические комплексы предприятий, энергетические системы обеспечения жизнедеятельности, автономные энергетические системы.

В результате освоения предшествующих частей ООП с целью получения знаний, необходимых для итоговой государственной аттестации, студент должен знать:

- методы расчета автономных энергетических систем;
- принципы работы и эксплуатации теплового оборудования автономных энергетических систем.

уметь:

- разрабатывать эффективные проектные решения, отвечающие требованиям перспективного развития автономной энергетики, в том числе с использованием САПР;
- квалифицированно производить расчеты теплотехнического оборудования автономных энергетических систем;
- пользоваться нормативной и научно-технической литературой;
- использовать вычислительную технику при выполнении расчетов.

владеть:

- информацией о перспективах развития теплотехнологий в автономной энергетике;
- информационными технологиями для выполнения проектных работ.

Для прохождения студентами итоговой государственной аттестации должны быть представлены результаты производственной практики.

3. Содержание итоговой государственной аттестации

Общая трудоемкость итоговой государственной аттестации составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

3.1. Формы итоговой государственной аттестации

Итоговая государственная аттестация осуществляется в форме выпускной квалификационной работы с последующей её защитой перед государственной аттестационной комиссией. Защита проводится в форме устного доклада с ответами на поставленные комиссией вопросы.

3.2. Структура государственной аттестационной комиссии

Государственная аттестационная комиссия включает в себя 7 - 10 членов. специалистов в области автономной энергетики (ведущие доценты кафедры ЭТГ и других кафедр, специалисты с производства и проектных организаций). Возглавляет государственную аттестационную комиссию председатель, высококвалифицированный специалист-теплоэнергетик (главный инженер, технический директор, главный специалист фирмы)

3.3. Порядок проведения итоговой государственной аттестации

Итоговая государственная аттестация проводится в соответствии с Положением ВУЗа о проведении итоговой государственной аттестации в сроки, установленные приказом ректора ИГЭУ.

3.4. Выпускная квалификационная работа выпускников (ВКР)

- **Рекомендации по составлению задания на ВКР**
Задание на ВКР составляется, исходя из выбранной тематики работы, подписывается преподавателем – руководителем ВКР и утверждается заведующим кафедрой. Задание должно содержать исходные данные, взятые из материалов практики, перечень расчетов и чертежей, раскрывающих содержание ВКР, с указанием срока представления работы к защите.

- **Структура ВКР**
ВКР состоит из двух частей: расчетной и графической. Расчетная часть оформляется в виде пояснительной записки и включает в себя следующие разделы:

1. Технологический
2. Автоматизация
3. Экономика
4. Организация и управление предприятием.
5. Экология и безопасность.

Графическая часть включает в себя 5 – 6 чертежей формата А1.

- **Рекомендации по оформлению и подготовке к защите ВКР**
ВКР оформляется в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической литературы (ГОСТ, ЕСКД). Пояснительная записка, выполненная на листах формата А4, и графическая часть в виде чертежей формата А1, выполненная в программе Autocad, подписывается руководителем, преподавателями-консультантами и заведующим кафедрой ЭТГ. Оформленная и подписанная ВКР направляется на рецензию.

- **Функции руководителя и консультантов ВКР**
Преподаватель – руководитель ВКР осуществляет руководство на протяжении всего срока, предусмотренного учебным планом на выполнение ВКР. Руководитель определяет тему ВКР, соответствующую профилю «автономные энергетические системы», выдает задание на выполнение ВКР и организует еженедельные консультации студентов.
Преподаватель – консультант выдает задание на выполнение соответствующего раздела ВКР, исходя из утвержденной темы и содержания технологического раздела, и осуществляет консультации в соответствии с учебным планом.

- **Памятка рецензенту ВКР**

На рецензию представляется ВКР, оформленная по всем требованиям, предъявляемым к ВКР, и подписанная руководителем и заведующим кафедрой.

В рецензии отражаются следующие аспекты: актуальность темы, достоверность полученных результатов, качество работы, ее достоинства и недостатки. Рецензент должен дать оценку выполненной работе и уровня выпускника.

- **Права и обязанности студента, выполняющего ВКР**

Студент может высказать свои пожелания при назначении ему темы ВКР.

Студент, получивший задание на ВКР, должен выполнять работу в соответствии с календарным планом, установленным кафедрой ЭТГ.

Студент обязан посещать консультации руководителя и преподавателей-консультантов в соответствии с учебным расписанием.

За несоблюдение графика учебного процесса, вызванное непосещением студента назначенных консультаций, он может быть снят с ВКР.

За все технические решения, принятые в ВКР, несет ответственность ее исполнитель.

- **Примерные темы ВКР**

Автономное газоснабжение предприятия.

Повышение энергетической эффективности автономной газотурбинной энергетической установки.

Повышение энергетической эффективности автономного газоперекачивающего агрегата.

Теплотехнологическое оборудование автономной газотурбинной теплоэлектроустановки.

Применение газогенераторов для отопления автономных ТГУ.

Использование термореакторов для автономного газоснабжения.

3.5. Итоговый междисциплинарный экзамен

- **Форма проведения итогового междисциплинарного экзамена**

Итоговый междисциплинарный экзамен проводится в письменной форме в виде подробных ответов на вопросы и задания экзаменационных билетов.

- **Содержание экзаменационных заданий, примеры экзаменационных билетов**

Дисциплина «Экология автономных энергетических систем»

1. Определить эффективность удавливания пыли в циклоне диаметром d_n при гидравлическом сопротивлении Δp , вязкости газа μ , плотности пыли ρ_n , медианном размере частиц пыли d_{50} , показателе дисперсности пыли σ .
2. Определить диаметр циклона, обеспечивающего улавливание пыли на ψ . Средний медианный размер частиц пыли d_{50} , показатель дисперсности пыли σ , плотность пыли ρ_n , гидравлическое сопротивление циклона Δp , вязкость газа μ .
3. Определить объем полного скруббера для охлаждения газов в количестве V_r от температуры t_1 до температуры t_2 . Плотность газов ρ_r , теплоемкость c_r , содержание водяных паров d . Принять коэффициент теплоотдачи равным k_0 ; во избежание уноса капель скорость газов w_r на выходе из скруббера принять равной 1 м/с. Температуру мокрого термометра определять по табл. 10 (стр. 182 [Л. 1])

Дисциплина «Источники энергии теплотехнологии»

4. Технический анализ твердого топлива.
5. Расчет идеально полного горения газообразного топлива.
6. Расчет идеально полного горения твердого (жидкого) топлива.
7. Экспериментальное определение теплотворной способности топлив.
8. Экспериментальное определение температуры воспламенения топлива.
9. Определение химического недожога по результатам газового анализа продуктов сгорания топлива

Дисциплина «Автономные энергетические системы»

10. Автономные теплогенераторы. Определение мощности автономного теплогенератора. Схемы подключения теплогенераторов.
11. Элементы систем автономного теплоснабжения и их расчёт
12. Автономные энергетические центры.
13. Мини-ТЭС с когенерационными установками..
14. Стирлинг-технологии в автономной энергетике. Автономные энергетические системы на основе двигателей Стирлинга.

Дисциплина «Диагностика и испытания автономных энергетических систем»

15. Планирование второго порядка: общий вид уравнения регрессии, виды и характер расположения точек в факторном пространстве, матрица планирования для двух факторов.
16. Достоинства и недостатки ортогональных и ротатабельных планов второго порядка. Матрица ротатабельного планирования второго порядка для двух факторов.
17. Пояснить и сравнить формулы для расчета коэффициентов регрессии при ортогональном и ротатабельном планировании второго порядка

Дисциплина "Газоснабжение"

18. Гидравлический расчет газопроводов высокого (среднего) и низкого давлений. Дифференциальное уравнение гидравлического расчета. Номограммы для гидравлического расчета.
19. Методы защиты газопроводов от коррозии.
20. Газорегуляторные пункты и установки (ГРП и ГРУ). Их назначение и принципиальные схемы.
21. Основное оборудование ГРП и ГРУ. Назначение и принцип действия.
22. Газоснабжение промышленных предприятий и котельных. Принципиальные схемы газовых сетей.

Дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях»

23. Как энергосбережение связано с экологией
24. Какие задачи решает энергоаудит, и как он подразделяется по срокам и объемам (
25. Углубленные энергетические обследования
26. Какие задачи решает определение энергетического баланса предприятия производства, теплотехнологической установки. Классификация энергетических балансов

27. Синтетические формы тепловых балансов.

Дисциплина «Физико-химические основы сжигания и переработки топлива»

28. Характеристика факела горящего топлива.
29. Способы сжигания газообразного топлива.
30. Классификация газогорелочных устройств.
31. Устройства для факельного сжигания мазута.
32. Способы сжигания твердого топлива.
33. Контролируемые атмосферы на основе природного газа.
34. Термическая переработка твердого топлива.
35. Автоматизация горелочных устройств.
36. Определить длину факела газогорелочного устройства типа D.
Расход газа - $V \text{ м}^3/\text{ч}$, топливо - природный газ.

Дисциплина «Спецвопросы тепломассообмена»

37. Определить коэффициент теплоотдачи к поверхности цилиндра диаметром $2R$, нагреваемого в среде с $t_r = t_r(0) + b \cdot \tau$, если температура его поверхности изменяется по закону $t(R, \tau) = b \cdot \tau$, и если известны a , λ .
38. В печи симметрично нагревается стальной цилиндр (сталь 40) высотой R_1 и диаметром $2R_2$. Определить максимальный перепад температуры в нем через 30 минут от начала нагрева, если известны q , R_1 , R_2 .
39. В печи нагревается стальной слиток (сталь 20) размером $R_1 \times R_2 \times R_3$, лежащий на подине. Определить максимальный перепад температуры в нем через 1 час от начала нагрева, если известны t_r , α , t_0 , R_1 , R_2 , R_3 .

Дисциплина «Теплотехнологические комплексы и безотходные системы»

40. Определить топливно-энергетический показатель безотходности методической печи производительностью P , тепловой мощностью Q и отапливаемой природным газом с теплотворной способностью Q_H^P . Выход и температура уходящих из печи газов V_{yx} ; t_{yx} . Удельные (на единицу производимой продукции) потери тепла через ограждение методической печи и с охлаждающей водой составляют $Q_{пт}$. За печью установлены керамический рекуператор для подогрева воздуха на горение и котел-утилизатор КУ-80. Воздух в количестве V_B подогревается в рекуператоре до t_B . Котел-утилизатор производит пар в количестве $G_{п}$, давлением $P_{пп}$, и температурой $t_{пп}$. Тепловая энергия, затраченная на производство перегретого пара составляет $Q_{эп}$. Температура уходящих газов перед котлом -утилизатором $t'_{\delta\delta_2}$, а за котлом $t''_{\delta\delta_2}$.
41. Определить экологический показатель безотходности (ЭПБ) термического цеха отжига листовой стали. Годовое производство листа P . На поверхности стали содержится масло в количестве m . В печи 0,2 % масла превращается в бенз(а)пирен ($C_{20}H_{12}$). Толщина стального листа δ . В состав цеха входит каталитический нейтрализатор оксидов азота, содержащихся в продуктах горения. Содержание оксидов азота в продуктах горения после нейтрализации NO (NO_2 нет). Твердых и жидких отходов цех не имеет. Теоретические и фактические

выбросы продуктов горения в атмосферу соответственно равны A_T ; A_F .

42. Произвести сравнение при неорганизованных и полностью организованных выбросов ЭПБ_а дуговой электросталеплавильной печи, если на производство 1 тонны стали: теоретические выбросы составляют A_T ; фактические A_F . Расход электроэнергии \mathcal{E} ; содержание оксидов азота в выбросах NO , диоксида серы SO_2 , цианидов C , фторидов F . Печь оборудована пылеулавливающим аппаратом. Коэффициент очистки газов от пыли 99%. Содержание пыли в отходящих газах после их очистки в рукавном фильтре составило P . Неорганизованные выбросы V_H .
43. Определить топливно-энергетический показатель безотходности комбинированной теплотехнологической установки, состоящей из печи для нагрева стальных заготовок и рекуператора для подогрева воздуха. Печь и рекуператор характеризуются следующими параметрами. Печь имеет ТЭПБ_{ЭКС}. В печи сжигается коксо-доменный газ с теплотворной способностью Q_H^P . Температура уходящих из печи продуктов горения t_{yx} . Удельный объем продуктов горения составляет $V_{ПГ}$. Подсосом воздуха пренебречь. Температура окружающей среды t_0 . Температура подогретого в рекуператоре воздуха t_B . Температура уходящих из рекуператора продуктов горения t''_{01} .
- (20 баллов)

Дисциплина «Электротермические установки»

44. Классификация ЭТУ.
45. Печи сопротивления прямого действия (достоинства, недостатки, ограничения, области применения).
46. При допущении идеального контакта выбрать диаметр контактов при охлаждении контактов воздухом при нагреве прутка диаметром D , мм, длиной l , мм до температуры t'' , °С, $\rho_t^{ст} = 0,13[1+1,11 \cdot 10^{-3}(t-20)]$ ом · мм²/м для стали, $\rho_t^{ст} = 0,0178[1+3,20 \cdot 10^{-3}(t-20)]$ ом · мм²/м для меди. Температура нагрева контакта не должна превышать t_{max} , °С. Длина контакта l_k . Время нагрева прутка τ , с. Теплоемкость стали $C_M = 670$ Дж/(кг·°С). Температура окружающей среды t_0 , °С. Степень черноты металла $\epsilon_M = 0,8$. Плотность стали $\rho_{ст} = 7860$ кг/м³.

Дисциплина «Источники производства теплоты»

47. Классификация ТГУ. Требования, предъявляемые к ТГУ.
48. Тепловые схемы ТГУ.
49. Водный режим работы котлов. Физико-химические характеристики воды. Требования, предъявляемые к качеству воды.
50. Топливное хозяйство ТГУ при использовании жидкого топлива. Принципиальная схема мазутного хозяйства.

Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели»

51. Характеристики нагнетателей
52. Неустойчивость работы. Помпаж.
53. Способы регулирования нагнетателей

- 54. Подача, массовая подача, уравнение сохранения энергии.
Напор нагнетателя, его определение.
- 55. Кавитация. Допустимая высота всасывания насоса
- 56. Классификация турбин. Принцип работы турбины

Дисциплина «Инновационные теплогенерирующие технологии»

- 57. Классификация процессов теплогенерации.
- 58. Отопительные печи и установки.
- 59. Малые котельные
- 60. Когенераторы и тригенераторы

4. Компетенции, формируемые в результате прохождения итоговой государственной аттестации

При прохождении итоговой государственной аттестации обучающийся должен приобрести следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

ОК-1 - способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;

ОК-7 - готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;

ОК-12 - способностью и готовностью к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики ;

ПК-7 - способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой);

ПК-8 - готовностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;

ПК-9 - способностью проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;

ПК-10 - готовностью участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации, оформлении законченных проектно-конструкторских работ в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами.

ПК-11 - способностью к проведению предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок по стандартным методикам.

5. Образовательные технологии, используемые при выполнении выпускной квалификационной работы

При выполнении ВКР используются следующие образовательные технологии. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение итоговой государственной аттестации

- основная литература:

Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989.-439 с.

Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990.-762с.

Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). М., Энергия, 1973. – 296с.

Гидравлический расчет котельных агрегатов (Нормативный метод).- М., Энергия, 1978. – 255с.

Аэродинамический расчет котельных агрегатов (Нормативный метод).- М., Энергия, 1977. – 256с.

СниП-35-76*. Котельные установки. М.:ГУЛ ЦПП Госстроя России, 1997. – 49с.

ПБ 10 – 574 – 03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. – М.: ПИО ОБТ, 2003.

Десягин Г.Н. Теплогенерирующие установки /Г.Н. Десягин, В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков/. М.: Стройиздат, 1986. – 559с.

Лебедев В.И. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок /В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков, П.А. Хаванов/. М.: Стройиздат, 1992. – 360с.

Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности. – М. 1985.

Богословский В.Н. и др. Отопление и вентиляция. - М.: Госстройиздат, 1976. - 440 с.

Киреева Э.А. и др. Справочник энергетика. М., 2007. – 466 с.

Основы современной энергетики. В 2 т.т. Т.1. Современная теплоэнергетика. Т.2.

Современная электроэнергетика./ Под ред. Аметистова Е.В. Изд. МЭИ, 2008. – 1104 с.

Поляков В.А. Автономное теплоснабжение.// Энергетическое строительство, №10, 1994, с.11-14.

Киреева Э.А. и др. Справочник энергетика. М., 2007. – 466 с.

Сотников А.Г. Автономные и специальные системы кондиционирования воздуха.

Санкт-Петербург, 2005. – 240 с.

Баадер В. И др. Биогаз: теория и практика. М.: Мир, 1982. – 148 с.

Салихов А.А. Недооценённая и непризнанная «малая» энергетика. – М.: Изд. Новости теплоснабжения, 2009. – 176 с.

Братенков В.Н. и др. Теплоснабжение малых населённых пунктов. М.: Стройиздат, 1998. – 223 с.

Клименко А.П. Сжиженные углеводородные газы. М.: Гостоптехиздат, 1962. – 416 с

- дополнительная литература:

Основы современной энергетики. В 2 т.т. Т.1. Современная теплоэнергетика. Т.2.

Современная электроэнергетика./ Под ред. Аметистова Е.В. Изд. МЭИ, 2008. – 1104 с.

Толмачёв В.Н. и др. Эффективное использование энергии ветра в системах автономного энергообеспечения./ Под ред. Орлова А.В. – ВИТУ. – СПб. – 2002.-203 с.

Поляков В.А. Автономное теплоснабжение.// Энергетическое строительство, №10, 1994, с.11-14.

Киреева Э.А. и др. Справочник энергетика. М., 2007. – 466 с.

Сотников А.Г. Автономные и специальные системы кондиционирования воздуха.

Санкт-Петербург, 2005. – 240 с.

Баадер В. И др. Биогаз: теория и практика. М.: Мир, 1982. – 148 с.

Салихов А.А. Недооценённая и непризнанная «малая» энергетика. – М.: Изд. Новости теплоснабжения, 2009. – 176 с.

Братенков В.Н. и др. Теплоснабжение малых населённых пунктов. М.: Стройиздат, 1998. – 223 с.

Клименко А.П. Сжиженные углеводородные газы. М.: Гостоптехиздат, 1962. – 416

Кириллов Н.Г. Газопоршневые двигатели Стирлинга – технологический прорыв в автономной энергетике 21 века.// Газинформ., 2008, № 2.

Безруких П.П., Стребков Д.С. Состояние, перспективы и проблемы развития возобновляемых источников энергии.// Малая энергетика, 2005. №1,2.

Ионин А.А. Теплоснабжение. М.: Стройиздат. 1982. – 336 с.

Маслов Ю.Л. и др. Мобильная автономная установка на базе ДВС для выработки электрической и тепловой энергии из местных видов топлива и возобновляемых отходов.// Ж-л «Новости теплоснабжения», № 8, 2009.

Агафонов А.Н. и др. Комбинированные энергоустановки объектов малой энергетике. – СПб.: Изд. Политех. Ун-та, 2005. -182 с.

- программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Для математического моделирования тепловых процессов в автономных энергетических системах используется программный комплекс ANSYS. Программное обеспечение AutoCAD и Solid Works предназначено для выполнения графической части выпускной квалификационной работы.

- другое необходимое на различных этапах проведения итоговой государственной аттестации учебно-методическое и информационное обеспечение:

Для выполнения физических исследований в рамках ВКР по профилю «автономные энергетические системы» имеются лаборатории в энергосберегающем центре De Dietrich и в научно-образовательном центре «Энергоэффективные и энергосберегающие тепловые процессы и технологии», оснащенные современным учебно-научным оборудованием и стендами.