

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 20.05.2026 16:38:16
Уникальный программный идентификатор:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новотроицкий филиал

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

(НФ НИТУ «МИСИС»)

Государственная итоговая аттестация

Выпускная квалификационная работа

ПРОГРАММА

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

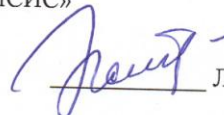
Профиль: Промышленная теплоэнергетика

Новотроицк 2023

Программа Выпускной квалификационной работы (далее ВКР) составлена на основании требований образовательного стандарта НИТУ «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного решением Ученого совета НИТУ «МИСИС» от « 20 » февраля 2020 г. протокол No 6, а также иных нормативных документов, установленных законодательством РФ, и локальных актов Университета.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Новотроицкого филиала НИТУ «МИСИС», протокол N 43 от «29» марта 2023 г.

Председатель Ученого совета НФ НИТУ «МИСИС»


Л.А. Котова

Программа рассмотрена на заседании выпускающей кафедры электроэнергетики и электротехники протокол от «07» марта 2023 г. № 3

Заведующий кафедрой электроэнергетики и электротехники


Р.Е. Мажирина

Руководитель ОПОП ВО

к.п.н., доцент 
Р.Е. Мажирина

ВВЕДЕНИЕ

Программа выпускной квалификационной работы предназначена для направления подготовки: 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, по профилю – Промышленная теплоэнергетика.

Область профессиональной деятельности выпускников: исследования, проектирования, конструирования, внедрения и технологического сопровождения процессов в области теплоэнергетики и теплотехники.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие ОПОП ВО по данной направленности (профилю): проектно-конструкторская, производственно-технологическая и научно-исследовательская.

1 ЦЕЛИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Целью государственной итоговой аттестации (далее ГИА) в форме выпускной квалификационной работы (далее ВКР) является итоговая оценка и подтверждение соответствия компетентности обучающегося требованиям соответствующего образовательного стандарта высшего образования НИТУ «МИСИС», в рамках обозначенных ниже компетенций.

2 МЕСТО ГИА В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Продолжительность преддипломной практики - 4 недели;

Продолжительность подготовки и защиты ВКР - 6 недель.

Срок проведения ГИА в соответствии с графиком учебного процесса.

Сроки преддипломной практики, подготовки ВКР, сроки проведения ГИА регламентируются учебным планом.

3 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ПРОВЕРЯЕМЫХ ПРИ ГИА

ВКР направлена на оценку следующих компетенций выпускника:

Универсальные компетенции (УК):

Код группы компетенций	Наименование компетенции выпускника
1	2
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения
УК-3	Способен эффективно обмениваться информацией, идеями, проблемами и решениями с инженерным сообществом и обществом в целом, осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать

Код группы компетенций	Наименование компетенции выпускника
1	2
	свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах), эффективно функционировать в национальном и международном коллективах индивидуально и как член команды
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6	Способен управлять своим временем, осознавать необходимость, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах
УК-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности на основе знаний по экономическим, организационным и управленческим вопросам в производственном и деловом контекстах
УК-11	Способен анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества; проявлять нетерпимое отношение к экстремизму, терроризму, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Код группы компетенций	Наименование компетенции выпускника
1	2
ОПК-1	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий

ОПК-2	Способен демонстрировать знание и понимание математики и других фундаментальных наук, лежащих в основе соответствующей инженерной специализации, применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
ОПК-4	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники, учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок
ОПК-5	Способен проектировать процессы и системы, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ОПК-6	Способен демонстрировать знания экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями

Профессиональные компетенции (ПК):

Код	Профессиональные компетенции (ПК)
ПК-1	Способен проектировать и конструировать котельные, центральные тепловые и малые теплоцентрали, а также тепловые сети с использованием цифровых технологий
ПК-2	Способен проводить научные исследования в области теплоэнергетики и теплотехники
ПК-3	Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций

3.1 Критерии оценки компетентности выпускника

Универсальные (УК) компетенции:

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
УК-1	- оценивается по результатам выполнения всех разделов ВКР; - оценивается при защите ВКР.
УК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «Аннотация», литературный обзор, «Заключение», «Список использованных источников»; - оценивается при защите ВКР.
УК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей, специальной частях; - оценивается при защите ВКР.
УК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в специальных частях (синтез и анализ системы автоматического регулирования); - оценивается при защите ВКР.

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
УК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей части (характеристика объекта проектирования); -оценивается при защите ВКР.
УК-6	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей части (выбор системы теплоснабжения) и разделов «Заключение», «Список использованных источников»; - оценивается при защите ВКР.
УК-7	- оценивается по результатам выполнения ВКР «Список использованных источников»; - оценивается при защите ВКР.
УК-8	- оценивается по результатам выполнения всех разделов ВКР; - оценивается при защите ВКР.
УК-9	- оценивается по результатам выполнения всех разделов ВКР; - оценивается при защите ВКР.
УК-10	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей части и раздела «Заключение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-11	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей части и разделов «Заключение»; - оценивается при защите ВКР.

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
ОПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей части (литературный обзор и разделов «Список использованных источников»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-2	- оценивается по результатам выполнения всех разделов ВКР; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей, специальной частях; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей, специальной частях; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-5	- оценивается использование программного обеспечения, в том числе созданного обучающимся; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-6	- - оценивается по результатам выполнения ВКР в общей, специальной частях; - оценивается при защите ВКР

Профессиональные компетенции (ПК):

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
ПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей и специальной частях, а также литературном обзоре; - оценивается при защите ВКР.

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
ПК-2	- оценивается по результатам выполнения всех разделов ВКР; - оценивается при защите ВКР.
ПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в общей и специальной частях; - оценивается при защите ВКР.

4 ОБЪЕМ ГИА

5

Общая трудоемкость ГИА устанавливается учебным планом

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	часов	ЗЕТ
Общая трудоемкость	324	9
Самостоятельная работа обучающегося	300	8,33
Сбор материала, изучение литературы по теме ВКР	84	2,33
Выполнение ВКР	180	5
Подготовка к защите ВКР	36	1
Контактная работа обучающегося	24	0,67
Работа с руководителем ВКР	20	0,56
Работа с консультантами	2	0,06
Предзащита ВКР	1	0,03
Защита ВКР	1	0,03
Итого	324	9

6 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ВКР

Элементы ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
1	2	3
Титульный лист	Типовая форма, которая содержит название вуза, факультета, кафедры, тема, ФИО обучающегося, руководителя и консультантов, а так же содержит поля подписи нормоконтроллером, заведующим кафедрой и деканом.	УК-1, УК-8, УК-9, ОПК-2, ПК-2
Задание на ВКР	Типовая форма, заполняемая руководителем и консультантами совместно с обучающимся. Содержит: тему и цель работы, исходные данные, основную литературу, перечень основных этапов исследования и форму промежуточной отчетности, аппаратуру методики, определяет использование ЭВМ, перечень вопросов экономической части и литературного обзора, а также перечень графического и иллюстративного материала. Утверждается заведующим кафедрой.	УК-1, УК-8, УК-9, ОПК-2, ПК-2
Аннотация	Краткая характеристика выполненной ВКР (до 2000 знаков). Аннотация содержит информацию об объеме ВКР и её характеристиках.	УК-1, УК-2, УК-8, УК-9, ОПК-2, ПК-2
Содержание	Перечень наименований всех разделов и подраз-	УК-1, УК-8,

Элементы ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
1	2	3
	делов ВКР в порядке их расположения, кроме титульного листа, задания на ВКР и аннотации.	УК-9, ОПК-2, ПК-2
Перечень принятых условных сокращений*	Содержит алфавитный перечень сокращений и аббревиатур, встречающихся в работе. Например: КПД – коэффициент полезного действия, КУ – котел-утилизатор, ПГУ – парогазовая установка, ТАИ – устройства тепловой автоматики, ТЭС – тепловая электрическая станция, ТЭЦ – тепловая электроцентраль и т.д.	УК-1, УК-8, УК-9, ОПК-2, ПК-2
Введение	Введение отражает: актуальность темы; объект, предмет исследования; цель и задачи исследования; методы исследования; методологические основания исследования; структуру ВКР; и т. д. Введение в ВКР должно содержать оценку современного состояния решаемой научной проблемы в области профессиональной подготовки. Во введении должны быть обоснованы и сформулированы актуальность и новизна темы ВКР. Во введении не должно содержаться рисунков, формул и таблиц.	УК-1, УК-8, УК-9, ОПК-2, ПК-2
1 Постановка задачи проектирования**	Содержит описание и краткую характеристику объекта проектирования; требования к системам теплоснабжения предприятий; обзор состояния проблемы и перспективные направления в проектировании систем теплоснабжения.	УК-1, УК-2, УК-3, УК-5, УК-6, УК-8, УК-9, УК-10, УК-11, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3
2 Проектирование системы теплоснабжения**	Расчет тепловых нагрузок; выбор схемы теплоснабжения; расчет тепловой системы теплоснабжения; гидравлический расчет системы отопления.	УК-1, УК-3, УК-4, УК-8, УК-9, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3
3 Специальная часть**	Варианты содержания зависит от темы. Могут быть автоматизация, визуализация, эксплуатация системы теплоснабжения, промышленная безопасность, экономичность, надежность систем теплоснабжения и др.	УК-1, УК-2, УК-3, УК-5, УК-6, УК-8, УК-9, УК-10, УК-11, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3

Элементы ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
1	2	3
Заключение	Заключение должно содержать краткие выводы по результатам ВКР, соответствующие целям и задачам исследования, оценку полноты выполнения задания и рекомендации по практическому и научному применению результатов работы. В заключении не должно содержаться рисунков, формул и таблиц.	УК-1, УК-6, УК-8, УК-9, УК-10, УК-11, ОПК-2, ПК-2
Список использованных источников	Библиографическое описание всех литературных источников, на которые есть ссылки в тексте ВКР.	УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, УК-8, УК-9, ОПК-1, ОПК-2, ПК-2
Приложение(-я)***	Включаются в структуру ВКР при необходимости. Они содержат материалы, связанные с выполнением ВКР, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть ВКР. В качестве приложений возможно включать следующие материалы: – акт внедрения результатов исследования в производство или в учебный процесс; – научная статья, опубликованная или представленная к публикации; – пакеты прикладных программ, информация о докладах на конференциях по теме ВКР и др. – список опубликованных научных работ по теме исследования (при их наличии); – протоколы проведенных исследований и т.д.. Иллюстративный материал может быть представлен в виде таблиц, графиков, блок-схем алгоритмов и программ, результаты теоретических и экспериментальных исследований и др..	УК-1, УК-8, УК-9, ОПК-2, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3
<p>Примечания:</p> <p>* Используется при необходимости.</p> <p>** Допускается изменение содержания работы в зависимости от темы.</p> <p>*** Необязательный раздел ВКР. Необходимость и количество приложений определяется по согласованию с руководителем ВКР.</p>		

При участии обучающегося в научной работе выпускающей кафедры структура выпускной квалификационной работы может быть связана с научной деятельностью и не содержать всех указанных разделов.

Иллюстративный материал может быть представлен в виде таблиц, графиков, блок-схем алгоритмов и программ, результаты теоретических и экспериментальных исследований и др..

Выпускная квалификационная работа, представляемая к защите, состоит из пояснительной записки объемом от 70 листов машинописного текста (без приложений).

Оформление выпускной квалификационной работы должно соответствовать стандар-

ту организации.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1 Основная литература

1 Авдюнин, Е. Г. Источники и системы теплоснабжения : тепловые сети и тепловые пункты : учебник / Е. Г. Авдюнин. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 301 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564782> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0296-5.

2 Бойко, Е. А. Котельные установки : учебное пособие / Е. А. Бойко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 668 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618441> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0744-1.

3 Бойко, Е. А. Устройство и конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов : учебное пособие / Е. А. Бойко. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 364 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618444> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0644-4.

4 Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 147 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618451> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0554-6.

5 Кн. 1. – 2002. – 688 с. – ISBN 5-902202-04-3.

6 Кн. 2. – 2002. – 768 с. – ISBN 5-902202-05-1.

7 Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. – 2-е изд., стер. – Москва : МЭИ, 2006. – 309 с. – ISBN 5-903072-45-3.

8 Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: Учебное пособие / А. А. Кудинов. – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 325 с. – ISBN: 978-5-16-004731-7.

9 Кузнецова, И. В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / И. В. Кузнецова, И. И. Гильмутдинов ; под ред. А. Н. Сабирзянова. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 125 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560673> (дата обращения: 22.03.2023). ISBN 978-5-7882-2125-0.

10 Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения: справ. в 2 кн / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев; под ред. В. Г. Лисиенко. – Москва : Теплоэнергетик, 2002. – ISBN 5-902202-03-5.

11 Пыжов, В. К. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления : учебник / В. К. Пыжов, Н. Н. Смирнов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 529 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565026> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0345-0.

12 Салов, А. Г. Проектирование отопительно-производственной котельной : учебное пособие / А. Г. Салов, А. А. Цынаева. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – 118 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438333> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9585-0606-4.

13 Самусь, О. Р. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики : учебное пособие / О. Р. Самусь, В. М. Овсянников, А. С. Кондратьев. – Москва ; Берлин : Директ-

Медиа, 2014. – 128 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253622> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-4458-9555-8. – DOI 10.23681/253622.

14 Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства : учебник / С. Н. Гущин, А. С. Телегин, В. И. Лобанов, В. Н. Корюков. – Москва : Металлургия, 1993. – 366 с. – ISBN 5-229-00839-3.

15 Теплотехника: учебник / М. Г. Шатров и др. ; под ред. М. Г. Шатрова. - 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2013. – 287 с. – ISBN 978-5-7695-9543-1.

16 Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике : учебное пособие / В. П. Луппов, Т. В. Мятаж, Ю. М. Сидоркин [и др.]. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 107 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574704> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-7782-3634-9.

6.2 Дополнительная литература

1 Авдюнин, Е. Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок : учебник / Е. Г. Авдюнин. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 185 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564841> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0297-2.

2 Автоматизация технологических процессов на ТЭС и управление ими / П. А. Щинников, Г. В. Ноздренко, А. И. Михайленко [и др.]. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 291 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436188> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-7782-2576-3.

3 Беляев, С. А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС : учебное пособие / С. А. Беляев, А. В. Воробьев, В. В. Литвак. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 248 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442071> (дата обращения: 22.03.2023).

4 Бирюков, А. Б. Сжигание и термическая переработка твердых топлив : учебное пособие / А. Б. Бирюков, И. П. Дробышевская, Ю. Е. Рубан. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 235 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618434> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0743-4.

5 Бойко, Е. А. Устройство и конструкционные характеристики паротурбинных энергетических установок : учебное пособие / Е. А. Бойко. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 368 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618445> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0660-4.

6 Братковский, Е. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие/ Е. В. Братковский. – Новотроицк : НФ НИТУ МИСиС, 2015. – 96 с.

7 Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика / Г. Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – Москва : КноРус, 2013. – 296 с. – ISBN 978-5-406-02763-9.

8 Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. В. И. Велькина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 312 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699017> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-7996-3122-2.

9 Кудинов, А. А. Теплообмен : учебное пособие для вузов. – Москва : Инфра-М, 2012. – 375 с. – ISBN 978-5-16-004729-4.

- 10 Ляшков, В. И. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие для вузов. – Москва : Абрис, 2011. – 167 с. – ISBN 978-5-4372-0008-7.
- 11 Механика жидкости и газа в промышленной теплотехнике и теплоэнергетике : учебное пособие / Ю. Л. Курбатов, А. Б. Бирюков, Е. В. Новикова, А. А. Заика. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 256 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618530> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0731-1
- 12 Назмеев, Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС : учебное пособие для вузов.- 2-е изд., перераб. – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 260с. – ISBN 5-7046-0888-4.
- 13 Общая энергетика : учебник : в 2 книгах / В. П. Горелов, С. В. Горелов, В. С. Горелов [и др.] ; под ред. В. П. Горелова, Е. В. Ивановой. – Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – Книга 1. Альтернативные источники энергии. – 435 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-4475-5763-8. – DOI 10.23681/447693.
- 14 Парамонов, А. М. Системы воздухообеспечения предприятий : учеб. пособие для вузов. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 160 с. ISBN 978-5-8114-1149-8.
- 15 Парамонов, А. М. Технологические энергоносители предприятий : учебное пособие / А. М. Парамонов. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 127 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493427> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-8149-2430-8.
- 16 Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ПБ 10-574-03: утверждены постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11.06.2003 № 88. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 176 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57441> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 5-379-00112-2. – ISBN 978-5-379-00112-4.
- 17 Расчет двухтопливной ПГУ с параллельной схемой работы : учебное пособие / П. А. Щинников, О. В. Боруш, А. А. Францева, А. А. Зуева. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 112 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575271> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-7782-3922-7.
- 18 Сибикин, Ю. Д. Технология энергосбережения : учебник. – Москва : Форум : ИНФРА-М, 2006. – 352 с. – ISBN 5-8199-0183-5.
- 19 Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения: учебник : [16+] / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2014. – 352 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253968> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-4458-8886-4. – DOI 10.23681/253968.
- 20 Соколов, Б. А. Котельные установки и их эксплуатация : учебник. – 6-е изд., стер. – Москва : Академия, 2009. – 432 с. – ISBN 978-5-7695-8537-1.
- 21 Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов. – 8-е изд., стер. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2006. – 472 с.
- 22 Теплообменные аппараты ТЭС : справочник: в 2 кн. / под ред. чл.-корр. РАН Ю. Г. Назмеева и проф. В. Н. Шлянникова. – Москва : МЭИ, 2010. – 435 с. – ISBN 978-5-383-00572-9.
- 23 Хакимзянов, И. Ф. Теплоснабжение с основами теплотехники : учебное пособие / И. Ф. Хакимзянов, Р. Р. Сафин, А. Е. Воронин. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2016. – 132 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500925> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-7882

24 Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов. – 3-е изд., стер. – Москва : МЭИ, 2009. – 584 с. – ISBN 978-5-383-00340-4.

25 Шаров, Ю. И. Внедрение современных технологий на ТЭС / Ю. И. Шаров. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 348 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618539> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-9729-0717-5.

6.3 Информационные средства обеспечения ГИА

Программное обеспечение для практических занятий и других видов самостоятельной работы включает в себя пакет программ Microsoft Office, включающий текстовый процессор Microsoft Word, табличный процессор Microsoft Excel и программа для создания презентаций Microsoft Power Point, программы математического моделирования MATLAB.

Ресурсы сети «Интернет»:

- <https://lms.misis.ru/> - LMS Canvas курс «13.03.01 Выпускная квалификационная работа»;
- <http://window.edu.ru/window/catalog> - единое окно доступа к образовательным ресурсам
- www.intuit.ru – некоммерческое частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Интернет – Университет Информационных Технологий»;
- <http://teplokot.ru/> - большая техническая библиотека по теплотехнике;
- <http://www.tepen.ru/> - журнал «Теплоэнергетика»;
- <http://www.rosteplo.ru/> - информационная система по теплоснабжению.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР

Для выполнения ВКР необходима литература, имеющаяся в библиотеке Университета в бумажном или электронном виде, в количестве, установленном данной Программой, аудитория, позволяющая вести выпускнику работу по проектированию (оборудованная компьютерами и соответствующим программным обеспечением) не менее 6 (шести) часов в неделю.

Для защиты ВКР необходима аудитория, обеспеченная мультимедийным оборудованием (мультимедийный проектор, компьютер, экран) и стендом для размещения демонстрационных плакатов. Число посадочных мест и площадь аудитории должна позволять разместить в ней ГЭК и не менее 10 слушателей.

Возможна защита в дистанционном формате. В этом случае необходимости аудитория с достаточным количеством персональных компьютеров для всех членов ГЭК, доступом в интернет, оборудованных видекамерами и звуковыми устройствами, с установленным программным обеспечением – MSTeams.

8 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ВКР

8.1 Текущий контроль выполнения ВКР

Текущий контроль выполнения ВКР обучающимся осуществляется руководителями ВКР и организуется заведующим выпускающей кафедры под контролем декана. В качестве средства текущего контроля используется график выполнения ВКР, заполняемый руководителем ВКР еженедельно.

Примерная форма графика выполнения ВКР

Недели ВКР	Проценты										Примечания об успеваемости (удовлетворительно, неудовлетворительно)	
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
1	+	+										
2	+	+	+	+								
3	+	+	+	+	+	+						
4	+	+	+	+	+	+	+	+				
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Защита ВКР

В случае выполнения графика ВКР менее чем на 20 % по истечению 80 % времени, отведенного на ВКР, обучающийся может быть отчислен за невыполнение графика ВКР по решению декана, на основании служебной записки заведующего кафедрой или руководителя ВКР.

8.2 Предзащита и допуск к защите ВКР

Не позднее, чем за 1 неделю до защиты ВКР должна быть представлена на выпускающую кафедру для проверки и предзащиты. Целью предзащиты является определение степени готовности ВКР к защите (полнота объема выполненного задания, качество выполнения графического материала), подготовка выпускника к защите.

К предзащите допускаются ВКР прошедшие нормоконтроль и имеющие отзыв руководителя ВКР с рекомендуемой оценкой. Кроме того, ВКР должна пройти проверку на объем заимствования, который не должен превышать 30 %. По результатам проверки формируется справка из системы обнаружения текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ».

Предзащита ВКР проводится комиссией, назначаемой устным или письменным распоряжением заведующего кафедрой. В ее состав входят заведующий кафедрой и 2-3 преподавателя кафедры, одним из которых должен быть руководитель ВКР. Время проведения предзащиты назначается заведующим кафедрой.

На предзащите заслушивается доклад, могут быть заданы вопросы, направленные на проверку знаний и приобретение навыков публичной защиты выпускником. По результатам предзащиты заведующий кафедрой ставит свою подпись на ВКР, которая является допуском к защите.

Допуск к защите выпускной квалификационной работы выполняется на основании результатов предзащиты заведующим кафедрой, что подтверждается его подписью в ВКР, при наличии виз лица, отвечающего за нормоконтроль и лиц, отвечающих за руководство соответствующими разделами ВКР, положительного заключения по результатам проверки на объем заимствования.

8.3 Защита ВКР

Защита ВКР проводится публично на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии. Процедура защиты включает следующие этапы:

- доклад обучающегося об основном содержании работы и полученных результатах;
- оглашение отзыва руководителя ВКР;
- ответы обучающегося на вопросы членов комиссии;
- заключительное слово обучающегося.

Структура защиты приведена в таблице

Наименование этапа защиты ВКР	Время, мин
Представление ВКР секретарем ГЭК: ФИО обучающегося, тема ВКР, руководитель ВКР, выпускающая кафедра, место и статус прохождения преддипломной практики	1-5
Доклад	10
Вопросы членов ГЭК и ответы обучающегося	7-15
Выступления (при наличии желающих)	0-5
Оглашение секретарем ГЭК среднего балла за период обучения, отзыва руководителя и рекомендуемой оценки	2-10
Итого	20-40

Доклад должен отражать основные цели и актуальность темы ВКР, краткое содержание разделов и достигнутые результаты, выводы по ВКР в целом и относительно поставленных целей.

Каждый член ГЭК имеет право задать обучающемуся не более 3 (трех) вопросов, имеющих отношение к выполненной ВКР, позволяющих пояснить или раскрыть ее содержание, уточнить доклад или порядок выполнения ВКР. После получения ответа на каждый вопрос секретарь ГЭК фиксирует сам вопрос и удовлетворенность ответом на поставленный вопрос членов ГЭК (удовлетворены / не удовлетворены).

Форма и условия проведения ИГА ежегодно доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за полгода до ее проведения. Обучающиеся обеспечиваются программой ИГА.

К защите выпускной квалификационной работы допускаются обучающиеся, представившие в ГЭК завершенные и оформленные ВКР в установленные сроки, но не позднее 1 недели до начала работы ГЭК. Обучающийся может быть не допущен к защите ВКР в ГЭК в следующих случаях:

- не представление ВКР в установленные сроки по неуважительной причине;
- несоответствие содержания ВКР теме, утвержденной приказом ректора;
- несоответствие пояснительной записки требованиям, предъявляемым к оформлению ВКР;
- ВКР представляет собой плагиат ранее защищенной работы.

Перед защитой председатель и члены ГЭК должны ознакомиться с порядком проведения ИГА в форме защиты ВКР, критериями и показателями оценки ВКР, указанными в настоящей Программе.

Заседание ЭК (ГЭК) может состояться при участии не менее 2/3 её членов.

8.4 Критерии оценивания выпускной квалификационной работы

Результаты защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Каждый член ГЭК должен оценить защиту по следующим критериям по пятибалльной шкале (1-5):

Критерий	Оценка
Актуальность (современность, важность, значимость) и возможность практического применения работы	
Соответствие работы критериям оценки компетенций выпускника	
Доклад	
Качество ответов на поставленные вопросы	
Итоговая оценка члена ГЭК (среднее арифметическое)	

Оценка проводится каждым членом ГЭК, присутствующим на защите ВКР, по каждому обучающемуся (Приложение А - Форма индивидуальной ведомости члена ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР).

Итоговая оценка ГЭК выпускника определяется арифметически по следующей формуле

$$A = \frac{\sum C + C_1}{K + 1},$$

где C - оценка, выставленная членом ГЭК;

C_1 - оценка, рекомендуемая руководителем ВКР;

K - количество членов ГЭК, присутствующих на защите ВКР.

В зависимости от полученных результатов итоговая оценка определяется в соответствии с таблицей, представленной ниже:

Итоговая оценка	Результаты расчетов
Отлично	$\geq 4,5$
Хорошо	$\geq 3,5 - < 4,5$
Удовлетворительно	$\geq 2,5 - < 3,5$
Неудовлетворительно	$< 2,5$

Результат ГИА (полученная оценка) утверждается простым голосованием членов ГЭК по каждому студенту. При равном количестве голосов решающее право голоса отдается председателю ГЭК (Приложение Б - Форма общей ведомости членов ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР).

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» подтверждают соответствие компетентности выпускника установленным требованиям и означают успешное прохождение аттестационного (государственного аттестационного) испытания.

Форма индивидуальной ведомости члена ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР
ВЕДОМОСТЬ
заседания ГЭК по ГИА по ОПОП ВО

Направление подготовки – 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) – Промышленная теплоэнергетика

от « ____ » _____ 20__ г.

_____ (полностью Ф.И.О. члена ГЭК)

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения -заочная	ОЦЕНКИ					Примечания, рекомендации	
				сред. балл	отзыв руководителя	оценка члена ГЭК				ОБЩАЯ
						Актуальность	Соответствие работы критериям оценки компетенций выпускника	доклад		
1				—						
2				—						
3				—						
4				—						
5				—						
6				—						
7				—						
8				—						
9				—						
10				—						

_____ (подпись члена ГЭК)

Форма общей ведомости членов ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР

**ВЕДОМОСТЬ
заседания ГЭК по ГИА по ОПОП ВО**

Направление подготовки – 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) – Промышленная теплоэнергетика

от «___» _____ 20__ г.

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Акаде- мичес- кая группа	Форма обуче- ния - заочная	ОЦЕНКИ										Примечания, рекомендации	
				Сред- ний балл	Отзыв руководи- теля	Фамилия И.О. членов ГЭК							ОБЩАЯ ОЦЕНКА		
						Председа- тель	:	:	:	:	:	:			:
1				—											
2				—											
3				—											
4				—											
5				—											
6				—											
7				—											
8				—											
9				—											
10				—											
подписи членов ГЭК															

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

Председатель ГЭК

Перечень примерных тем выпускных квалификационных работ для направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

- 1) Проектирование системы жизнеобеспечения завода _____
- 2) Реконструкция системы энергоснабжения _____
- 3) Разработка энергосберегающих мероприятий для технологического объекта (предприятия)
- 4) Разработка паротурбинной электростанции
- 5) Обоснование строительства ветропарка для _____
- 6) Разработка альтернативных источников теплоснабжения _____
- 7) Проектирование мини-ТЭЦ мощностью __ МВт для _____
- 8) Разработка тепловой схемы завода _____
- 9) Модернизация промышленной отопительной котельной
- 10) Модернизация системы теплоснабжения _____
- 11) Повышение эффективности сжигания газа в котельной в условиях _____
- 12) Реконструкция котельной _____
- 13) Реконструкция системы теплоснабжения в условиях _____
- 14) Проектирование системы отопления _____
- 15) Проектирование системы отопления и автоматики _____
- 16) Разработка проекта автономного теплоснабжения _____
- 17) Проектирование (модернизация, реконструкция) системы основного (резервного) топливоснабжения технологического объекта
- 18) Проектирование системы отопления и вентиляции
- 19) Проектирование источника тепловой энергии мощностью __ МВт для _____
- 20) Реконструкция системы подачи сжатого воздуха в условиях _____
- 21) Реконструкция котла-утилизатора для установки _____
- 22) Проектирование (модернизация, реконструкция) системы производства и потребления сжатого воздуха на промышленном предприятии
- 23) Проектирование (модернизация, реконструкция) системы холодоснабжения технологического объекта
- 24) Проектирование (модернизация, реконструкция) системы водяного охлаждения технологического объекта

Перечень типовых вопросов при защите выпускной квалификационной работы

- 1) Чем Вы руководствовались при выборе темы ВКР?
- 2) В каких видах будущей профессиональной деятельности Вы можете использовать результаты представленного исследования?
- 3) Что в работе выполнено лично Вами? В чем состоит новизна работы?
- 4) В чем заключается практическая значимость работы?
- 5) Какие наиболее важные аспекты Вы выявили в ходе исследования?
- 6) Над какой частью ВКР работа вызвала определенные затруднения и потребовала большего количества времени на выполнение (почему)?
- 7) Чем отличается предложенное вами решение от существующих?
- 8) Как полученные результаты могут быть использованы на практике?
- 9) Как полученные результаты могут быть использованы в смежных областях научного знания и прикладной реализации?
- 10) Какие были сложности в работе с научной литературой и другими использованными источниками информации?
- 11) Какие источники (каких авторов?) были наиболее важными в раскрытии теоретических аспектов работы?
- 12) Дайте краткую характеристику одного из использованных источников.
- 13) Какие электронные ресурсы были использованы при написании ВКР?
- 14) Каким программным обеспечением вы пользовались при создании работы (приложения, если есть)? (MSWord, EXCEL, PowPoint)
- 15) Чем Вы руководствовались при выборе базы проведения практической части?
- 16) Какие основные нормативно-правовые документы, регламентируют Вашу будущую профессиональную деятельность?
- 17) Какими нормативными документами Вы пользовались в написании ВКР?
- 18) Какие расходы нужны для их осуществления варианта модернизации?
- 19) Какой эффект принесут ваши мероприятия по модернизации?
- 20) Как изменятся экономические показатели в результате внедрения мероприятий?
- 21) Какой экономической эффективности Вы достигли в своей работе?
- 22) Какой срок окупаемости у предлагаемого варианта модернизации?