

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 14.05.2024 16:30:21  
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

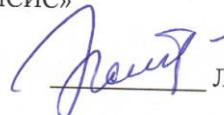
Профиль: Промышленная теплоэнергетика

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

<b>Код группы компетенций</b>	<b>Наименование компетенции выпускника</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
	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):

<b>Код группы компетенций</b>	<b>Наименование компетенции выпускника</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
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.

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Критерии для оценки компетентности</b>
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):

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Критерии для оценки компетентности</b>
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):

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Критерии для оценки компетентности</b>
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
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>324</b>	<b>9</b>
<b>Самостоятельная работа обучающегося</b>	<b>300</b>	<b>8,33</b>
Сбор материала, изучение литературы по теме ВКР	84	2,33
Выполнение ВКР	180	5
Подготовка к защите ВКР	36	1
<b>Контактная работа обучающегося</b>	<b>24</b>	<b>0,67</b>
Работа с руководителем ВКР	20	0,56
Работа с консультантами	2	0,06
Предзащита ВКР	1	0,03
Защита ВКР	1	0,03
<b>Итого</b>	<b>324</b>	<b>9</b>

#### 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 электростанция и т.д.	УК-1, УК-8, УК-9, ОПК-2, ПК-2
Введение	<b>Введение</b> 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 зависят 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: <ul style="list-style-type: none"> <li>– акт внедрения результатов исследования в производство или в учебный процесс;</li> <li>– научная статья, опубликованная или представленная к публикации;</li> <li>– пакеты прикладных программ, информация о докладах на конференциях по теме ВКР и др.</li> <li>– список опубликованных научных работ по теме исследования (при их наличии);</li> <li>– протоколы проведенных исследований и т.д..</li> </ul> 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. Гуцин, 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](http://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
<b>Итого</b>	<b>20-40</b>

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	
<b>Итоговая оценка члена ГЭК (среднее арифметическое)</b>	

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:

<b>Итоговая оценка</b>	<b>Результаты расчетов</b>
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?