

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровые двойники технических систем

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: очная

**Программа  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок</b>  | <b>Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»</b> |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>                                  | <b>8 семестр - 6 з.е.</b>                           |
| <b>Часов (всего) по учебному плану</b>                                   | <b>216 часов</b>                                    |
| в том числе:   |   |
| подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | 8 семестр - 216 часов                               |

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Разработчик

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                             |
|  | Владелец  | Киндра В.О.                 |
|  | Идентификатор   | R429f7b35-KindraVO-2c9422f7 |

В.О. Киндра

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                             |
|  | Владелец  | Киндра В.О.                 |
|  | Идентификатор   | R429f7b35-KindraVO-2c9422f7 |

В.О.  
Киндра

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |   |                              |
|--|---|------------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                              |
|  | Владелец  | Рогалев А.Н.                 |
|  | Идентификатор   | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

А.Н.  
Рогалев

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Цель государственной итоговой аттестации** – определить соответствие результатов освоения обучающимся основной образовательной программы «Энергетика теплотехнологии» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

### **Задачами государственной итоговой аттестации:**

- оценка сформированности всех компетенций, установленных образовательной программой;
- оценка освоения результатов обучения требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профессиональных стандартов.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

К результатам обучения выпускника относятся следующие компетенции:

РПК-1. Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности.

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать 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).

УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.

УК-6. Способен управлять своим временем, 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 принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.

УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлению экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности.

ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.

ОПК-5. Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок.

ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.

ПК-1. Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий.

ПК-2. Способен участвовать в разработке цифровых двойников технических систем.

### **3. ФОРМА, СРОКИ И ТРУДОЕМКОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Государственная итоговая аттестация представляет собой форму оценки степени и уровня освоения обучающимися образовательной программы.

Государственная итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся.

Государственная итоговая аттестация является завершающей частью образовательной программы и проводится в 8 семестре после успешного прохождения промежуточной аттестации по всем дисциплинам (модулям) и практикам образовательной программы.

В государственную итоговую аттестацию входит подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Государственная итоговая аттестация проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы.

### **4. ПОДГОТОВКА К СДАЧЕ И СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

Государственный экзамен учебным планом не предусмотрен.

### **5. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНЫМ КВАЛИФИКАЦИОННЫМ РАБОТАМ И ПОРЯДКУ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ**

#### **5.1. Требования к тематике выпускных квалификационных работ**

Тематика ВКР должна соответствовать области (сфере), объекту и типам задач профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник в рамках освоения образовательной программы.

Тематика выпускной квалификационной работы должна быть актуальной, соответствовать основным стратегическим целям развития науки и практики, современным теоретическим и практическим подходам, отражать специфику программы «Цифровые двойники технических систем» по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Обучающемуся может предоставляться право выбора темы ВКР в установленном порядке, вплоть до предложения своей тематики с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Тематика ВКР должна соответствовать области (сфере), объекту и типам задач профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник в рамках освоения образовательной программы.

Примерная тематика ВКР:

1. Цифровые двойники технических систем.

#### **5.2. Требования к ВКР**

ВКР состоит из двух обязательных частей:

- текстовой части;
- демонстрационная часть, представляющая собой графический материал и/или электронную презентацию. Демонстрационная часть содержит необходимые для наиболее полного представления работы конструкторские проработки (чертежи), схемные решения, демонстрационные плакаты (с отражением на них, в том числе, синтезированных и/или использованных математических моделей, алгоритмов, структур программ, полученных результатов и т.д.). По согласованию с руководителем возможно представление макетов, физических моделей, видеофайлов, документированных актов и т.п.

К содержанию ВКР предъявляются следующие требования:

- соответствие содержания сформулированной теме;
- полнота раскрытия темы;
- логическая последовательность и завершенность.

В соответствии с планом ВКР должна быть разделена на отдельные логически связанные части, снабженные короткими и ясными заголовками, отражающими смысл излагаемого в них материала.

### **5.3. Объем текстовой части**

Рекомендуемый объем основной части ВКР (не включая приложений) должен быть не менее 40 и не более 80 листов стандартно набранного текста (1,5 интервала, не менее 12 кегля, единый тип шрифта по всей работе), оформленного по ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ Р 2.105-2019, ГОСТ 2.106-2019. Рекомендуемый объем ВКР по разделам:

- введение – 1–3 стр.,
- основная часть (главы) – не менее 35–55 стр.,
- заключение – 1–3 стр.

Рекомендуемый объем приложений не регламентируется, однако должен быть обоснован реальной необходимостью представления материалов.

### **5.4. Объем демонстрационной части**

Рекомендуется в графическую часть включать 3–4 листа формата А1 в зависимости от необходимости раскрытия объекта.

Рекомендуется в электронную презентацию должна содержать не менее 6 и не более 12 слайдов.

### **5.5. Порядок выполнения ВКР**

1. Получение задания на ВКР от руководителя.
2. Согласование и утверждение структуры работы руководителем ВКР.
3. Выполнение ВКР в соответствии с заданием.
4. Оформление ВКР в соответствии с требованиями.
5. Экспертиза готовой выпускной квалификационной работы на заимствования.
6. Передача написанной и оформленной работы для получения отзыва руководителя.
7. Подготовка доклада и презентационного материала для защиты ВКР.

### **5.6. Процедура защиты ВКР**

Защита ВКР проводится в порядке, утвержденном в Положении о государственной итоговой аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ».

### **5.7. Критерии оценки результатов защиты ВКР**

К ГИА допускается обучающийся после успешного прохождения промежуточной аттестации по всем дисциплинам (модулям) и практикам образовательной программы. Сформированность компетенций, установленных образовательной программой, подтверждается результатами обучения по дисциплинам (модулям) и практикам учебного плана.

На защите ВКР оценивается способность выпускника осуществлять профессиональную деятельность не менее чем в одной области (сфере) профессиональной деятельности и решать задачи профессиональной деятельности не менее чем одного типа, установленные образовательной программой.

#### Шкала и критерии оценивания результатов защиты ВКР

| № | Показатель  | Шкала оценки | Критерий оценивания  | Вес показателя, % |
|---|---|--------------|--|-------------------|
| 1 | Оценка результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам учебного плана | 5            | средний балл по приложению к диплому с округлением до сотых долей  | 20                |
|   |   | 4            |  |                   |
|   |   | 3            |  |                   |
| 2 | Доклад и демонстрационный материал  | 5            | - доклад и демонстрационный материал охватывают весь объем ВКР, имеют логическое и четкое построение;<br>- объем и оформление демонстрационной части соответствует установленным требованиям;<br>- время доклада находится в рамках, установленных в Положении о государственной итоговой аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;<br>- обучающийся уверенно и профессионально, грамотным языком, ясно, чётко и понятно излагает содержание и суть работы | 25                |
|   |   | 4            | - доклад и демонстрационный материал охватывают весь объем ВКР, логичность и последовательность построения доклада несущественно нарушены;<br>- объем и оформление демонстрационной части соответствует установленным требованиям;   |                   |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- время доклада несущественно выходит за рамки, установленные в Положении о государственной итоговой аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;</li> <li>- обучающийся в целом уверенно, грамотным языком, четко и понятно излагает содержание и суть работы</li> </ul>  |  |
|  |  | 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- доклад и демонстрационный материал охватывают большую часть объема ВКР, логичность и последовательность построения доклада нарушены;</li> <li>- объем и оформление демонстрационной части в целом соответствует установленным требованиям;</li> <li>- время доклада существенно выходит за рамки, установленные в Положении о государственной итоговой аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;</li> <li>- обучающийся излагает содержание и суть работы неуверенно, нечетко, допускает ошибки в использовании профессиональной терминологии;</li> </ul> |  |
|  |  | 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- доклад отличается поверхностной аргументацией основных положений;</li> <li>- логичность и последовательность построения доклада нарушены;</li> <li>- время доклада существенно выходит за рамки, установленные в Положении о государственной итоговой аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;</li> <li>- обучающийся излагает содержание и суть работы неуверенно и логически</li> </ul>  |  |

|   |                              |   |   |    |
|---|------------------------------|---|---|----|
|   |                              |   | непоследовательно, показывает слабые знания предмета выпускной квалификационной работы;   |    |
| 3 | Отзыв руководителя о работе  | 5 | на основе отзыва руководителя по решению ГЭК  | 15 |
|   |                              | 4 |   |    |
|   |                              | 3 |   |    |
| 4 | Ответы на вопросы членов ГЭК | 5 | обучающийся отвечает на вопросы грамотным языком, ясно, чётко и понятно; вопросы, задаваемые членами ГЭК, не вызывают у обучающегося существенных затруднений;        | 40 |
|   |                              | 4 | обучающийся отвечает на вопросы грамотным языком, чётко и понятно; большинство вопросов, задаваемых членами ГЭК, не вызывают у обучающегося существенных затруднений; |    |
|   |                              | 3 | на поставленные вопросы обучающийся отвечает неуверенно, логически непоследовательно, допускает погрешности, путается в профессиональной терминологии;                |    |
|   |                              | 2 | обучающийся неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом   |    |

\* – сумма весов показателей должна быть 100%

Каждый член ГЭК выставляет оценки по каждому показателю в соответствии со шкалой и критериями оценивания результатов защиты ВКР. Оценка результатов защиты ВКР каждым членом ГЭК определяется интегрально с учетом веса каждого показателя.

Итоговая оценка за защиту ВКР определяется как среднеарифметическая оценок, выставленных членами ГЭК с округлением до целого числа.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИА

При подготовке к ГИА студент может воспользоваться

### 6.1 Печатные и электронные издания:

1. Методические указания по организации выполнения и проведения защиты выпускной работы на степень бакалавра по всем направлениям подготовки в МЭИ / Н. И. Сентюрихин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Сост. В. И. Извеков . – М. : Изд-во МЭИ, 1998 . – 19 с.

2. Строгонов, К. В. Методические указания по выполнению выпускной работы бакалавра : методические указания по выполнению квалификационной работы по



направлению 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / К. В. Строгонов, М. Н. Назаров, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 20 с.

3. С. П. Глоба, О. М. Зотков- "Государственная итоговая аттестация «Бакалаврская работа»: организация, содержание и последовательность выполнения", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2016 - (456 с.)

4. Любомиров Д. Е., Петров С. О., Сапенко О. В.- "Философия: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов всех специальностей, направлений и форм обучения", Издательство: "СПбГЛТУ", Санкт-Петербург, 2010 - (28 с.)

## **6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ
2. Видеоконференции (Майнд, Сбержаз, ВК и др)
3. Windows Server / Серверная операционная система семейства Linux
4. Антиплагиат ВУЗ

## **6.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
18. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>; <http://docs.cntd.ru/>
19. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
20. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
21. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
22. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

23. **Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>

24. **Федеральный портал "Российское образование"** - <http://www.edu.ru>

25. **АНО «Россия – страна возможностей»** - <https://rsv.ru/education/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При подготовке к ГИА и проведения ГИА используются учебные аудитории и помещение для самостоятельной работы обучающихся. Примерный перечень помещений приведен в таблице.

| <b>Тип помещения</b>                                      | <b>Номер аудитории, наименование</b>   | <b>Оснащение</b>   |
|---|--|--|
| Помещения для самостоятельной работы                      | НТБ-201,<br>Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стол письменный, стул, принтер, кондиционер, вешалка для одежды, светильник потолочный с диодными лампами, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря  | Ш-107, Архив                           |  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ш-206,<br>Лекционная аудитория         |  |
| Помещения для консультирования                            | Ш-206,<br>Лекционная аудитория         |  |