

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 02.09.2023 16:22:43  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**УТВЕРЖДЕНО**  
Декан Факультета урбанистики и  
городского хозяйства  
**К.И. Лушин**  
2022г.



## Программа Государственной итоговой аттестации (ГИА)

Направление подготовки  
**13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль подготовки  
**Распределенная тепловая энергетика**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

Москва  
2022

## **1. Общие положения, цели государственной итоговой аттестации**

В соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника и учебным планом по магистерской программе «Распределённая тепловая энергетика» магистранты должны пройти государственную итоговую аттестацию (ГИА). Программа призвана обеспечить соблюдение действующих стандартов, а также соблюдение Приказа Министерства образования Российской Федерации № 1155 от 25.03.2003 г. «Об утверждении положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации (с 01.01.2016 вступает в силу Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №636 от 29.06.2015 «Об утверждении порядка проведения государственной итоговой аттестации (ГИА) по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры»). Программа содержит требования к результатам освоения образовательной программы высшего образования по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника и учебным планом (магистерская программа «Распределённая тепловая энергетика»), систему оценивания, а также методическое и информационное обеспечение. ГИА проводится государственными экзаменационными комиссиями (ГЭК) в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта. ГИА представляет собой комплексное итоговое испытание, устанавливающее соответствие подготовленности выпускников требованиям ФГОС ВО.

**Целями ГИА магистров являются:**

- определение уровня подготовки выпускника, претендующего на получение соответствующего уровня высшего образования, и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по конкретному направлению подготовки;
- принятие решения о присвоении квалификации магистр и выдаче выпускнику диплома установленного образца;
- разработка рекомендаций, направленных на совершенствование подготовки магистрантов в магистратуре в Московском государственном политехническом университете.

**Задачи ГИА:**

- систематизация, расширение и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков по направлению подготовки;
- овладение методикой комплексного научного исследования по выбранному направлению и развитие навыков творческой самостоятельной работы;

- выяснение степени подготовленности выпускников магистратуры к самостоятельной практической и научно-исследовательской работе по выбранному ими виду (видам) деятельности.

Итогом ГИА является выполнение и защита магистерской диссертации. Магистерская диссертация должна соответствовать таким требованиям, как:

- высокий теоретический и (или) прикладной уровень;
- значимый уровень оригинальности;
- обоснование актуальности выбранного направления исследования в теоретическом, методическом и прикладном отношении;
- использование актуальных литературных источников и иных материалов;
- освещение дискуссионных вопросов теории и практики проблематики исследования с обоснованием личной позиции выпускника магистратуры;
- раскрытие проблем, поставленных перед магистрантом в магистерской диссертации;
- привлечение практического материала по обозначенной проблематике;
- наличие выводов и конкретных предложений по проблематике исследования.

К ГИА допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение образовательной программы по направлению подготовки высшего образования. ГИА является третьим разделом (блок Б3) образовательной программы по направлению подготовки магистров 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Время проведения ГИА определено календарным графиком учебного процесса и проводится по завершению 4 семестра очной формы обучения магистров. В ходе ГИА магистрант должен продемонстрировать готовность к видам профессиональной деятельности, определенным в образовательной программе. Кроме этого, он должен продемонстрировать знание теоретических основ, владение практическими навыками и умениями учебных дисциплин, входящих в основную образовательную программу по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, а также понимание междисциплинарных связей между соответствующими дисциплинами образовательной программы. Для обучающихся из числа инвалидов ГИА проводится организацией с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Для вышеназванного контингента обучающихся при проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение ГИА для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента, оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами государственной экзаменационной комиссии);

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

Фонд оценочных средств для ГИА непосредственно входит в состав настоящей программы ГИА и включает в себя последующие разделы программы.

## 2. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся по результатам освоения образовательной программы

Результаты освоения образовательной программы определяются приобретаемыми в ходе обучения студентами компетенциями, т.е. их способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника обучающиеся в результате освоения образовательной программы должны овладеть следующими компетенциями:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• актуальность тематики исследования;</li> <li>• глубина проработки источников по теме исследования;</li> <li>• системный подход к постановке задач исследования;</li> <li>• знание методов решения поставленных задач;</li> <li>• оценка руководителя ВКР (отзыв руководителя о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы);</li> <li>• формулировка основных результатов ВКР;</li> <li>• обоснованность принятых проектных решений;</li> <li>• корректность изложения материала и точность формулировок;</li> <li>• владение материалом по теме ВКР на защите;</li> <li>• соблюдение графика работы над ВКР;</li> </ul>
УК-2	способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
УК-3	способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	
УК-4	способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	
УК-5	способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	
УК-6	способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>успешное освоение дисциплин согласно учебному плану</li> </ul>
ОПК-1	способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	<p><b>знать:</b> способы использования творческого потенциала</p> <p><b>уметь:</b> обеспечивать способность к саморазвитию, самореализации</p> <p><b>владеть:</b> способами обеспечения способностью к саморазвитию, самореализации, использования творческого потенциала</p>
ОПК-2	способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>современные методы исследования;</li> <li>способы оценки и представления результатов выполненной работы</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять современные методы исследования;</li> <li>оценивать и представлять результаты</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Методами исследования, оценки и представления результатов выполненной работы</li> </ul>
ПК-2	Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>современные методы исследования;</li> <li>способы оценки и представления результатов выполненной работы</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>применять современные методы исследования;</li> <li>оценивать и представлять результаты</li> </ul> <p><b>владеть:</b> Методами исследования, оценки и представления результатов выполненной работы</p>
ПК-2	способность к организации работы проектного подразделения по разработке систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции	<p><b>знать:</b> методы проведения технических расчетов по проектам</p> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>проводить технические расчеты по проектам</li> <li>выполнять технико-экономический и функционально-стоимостной анализ эффективности проектных решений</li> <li>использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора серийного, и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p>

		методами разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования и систем
ПК-3	способность к организации работ по эксплуатации тепломеханического оборудования	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы планирования и постановки задач исследования;</li> <li>• методы представления результатов научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы;</li> <li>• интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами экспериментальной работы;</li> <li>• способами интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</li> </ul>

### 3. Объем и содержание государственной итоговой аттестации

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника и учебным планом, общий объем ГИА составляет 9 з.е. (324 часа).

ГИА представляет собой комплексное итоговое испытание.

Государственный междисциплинарный экзамен направлен на выявление знаний, умений и навыков обучающихся, полученных в результате изучения дисциплин (курсов), и необходимых при выполнении будущей профессиональной деятельности.

Государственный междисциплинарный экзамен включает вопросы из следующих курсов:

- «Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»;
- «Проектирование и эксплуатация высокотемпературных теплотехнологических установок»;
- «Установки по производству сжатых и сжиженных газов»;
- «Надежность систем энергоснабжения»;
- «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий».

ГИА также включает в себя процесс подготовки и защиты выпускной

квалификационной работы (магистерской диссертации МД), а также предполагает готовность выпускников в ходе защиты МД отвечать на дополнительные вопросы, касающиеся освоения компетенций ФГОС ВО, закрепленных за ГИА.

Перечень позиций, которые должен продемонстрировать обучающийся на защите МД, по результатам изучения дисциплин учебного плана направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (магистерская программа «Распределённая тепловая энергетика») и выполнения МД, определяющих базис формирования общекультурных и профессиональных компетенций выпускника:

– демонстрация при выполнении и защите МД способностей магистранта к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

– демонстрация при выполнении и защите МД возможностей студента использовать современные методы исследования, включая аналитические методы, моделирования и т.д., способность использовать современный инструментарий исследований в МД.

Магистерская диссертация представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Магистерская диссертация является законченной разработкой актуальной исследовательской теплотехнической задачи, заключающейся (с учетом профиля подготовки) в исследовании и разработке теплоэнергетических систем, их эффективных режимов эксплуатации.

Основными целями подготовки, написания и защиты МД являются:

1. Установление соответствия уровня подготовки выпускников, сформированных у них общепрофессиональных и профессиональных компетенций требованиям ФГОС ВО направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

2. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков по избранному направлению подготовки.

3. Развитие навыков ведения самостоятельной работы, связанной с отбором и анализом необходимых для МД материалов, овладение разными методиками исследования, проведения расчетов, анализа и т.п.

4. Проявление умений выбирать оптимальные решения в различных ситуациях.

5. Доказательство подготовленности выпускника магистратуры к профессиональной деятельности.

6. Установление возможности последующей подготовки выпускника магистратуры в аспирантуре.

7. Апробация своих профессиональных качеств и освоений соответствующих компетенций.

Основными задачами подготовки и защиты МД являются систематизация, углубление и закрепление фундаментальных теоретических знаний, полученных практических навыков, а также оценка профессиональных компетенций выпускника.

В соответствии с указанным целевым назначением МД каждый выпускник при её подготовке и написании должен решить следующие задачи:

- обосновать актуальность выбранной темы, её своевременность и значимость решения обозначенных в ней проблем в проектируемой теплоэнергетической системе;

- изучить основные теоретические положения, нормативно-правовые документы, справочную и научную литературу по избранной теме МД;

- провести анализ собранных данных, используя соответствующие методы обработки информации, проведения технико-экономических рассуждений и расчетов, составления аналитических таблиц, построения графиков и т.п.;

- выполнить исследовательскую задачу разработки оригинальной теплоэнергетической системы, отличающейся от известных вариантов определенными преимуществами;

- проверить адекватность в МД принятых решений путем компьютерного эксперимента и (или) натурными испытаниями;

- оформить МД в соответствии с установленными требованиями, нормативными документами и представить в назначенный срок;

- подготовить материал в форме электронной презентации (плакаты, чертежи, иной материал, включая раздаточный) для последующей защиты МД.

При подготовке и защите МД выпускник должен показать владение общекультурными и общепрофессиональными и профессиональными компетенциями в области видов деятельности, установленных в ФГОС ВО.

Независимо от темы МД, при ее выполнении и представлении на заседании ГЭК выпускник магистратуры должен показать способность и умение профессионально излагать специальную информацию, презентовать полученные результаты, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Тема МД формулируется научным руководителем и выбирается студентом из перечня тем, предлагаемых студентам преподавателями кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Основным критерием для формирования темы МД является ее актуальность для получаемого направления, значимость предполагаемых результатов и практическая направленность.

Методические указания по структуре, содержанию (включая примерную тематику) и оформлению МД приведены в приложении 1.

Магистерская диссертация должна быть выполнена автором самостоятельно со ссылками на используемую литературу и другие источники.



## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы**

### **5.1. Критерии оценивания результатов государственного экзамена**

Оценка «отлично» – глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин, логически последовательные, содержательные, полные, правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка «хорошо» – твердые и достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; последовательные, правильные, ответы на поставленные вопросы при свободном устранении замечаний по отдельным вопросам.

Оценка «удовлетворительно» – твердое знание и понимание основных вопросов программы; допускаются нарушения в последовательности изложения; демонстрируются поверхностные знания вопроса; правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений при наводящих вопросах экзаменатора.

Оценка «неудовлетворительно» – неправильные ответы на два из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов; неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.

### **5.2. Требования к содержанию магистерской диссертации**

Тема магистерской диссертации формулируется научным руководителем и выбирается магистрантом из перечня тем, предлагаемых перед началом выполнения МД на выпускающей кафедре. Основным критерием для выбора темы работы является ее актуальность для получаемого направления, значимость предполагаемых результатов и практическая направленность.

Магистерская диссертация является самостоятельной творческой научной работой с элементами научной новизны.

Примерный перечень возможных тем в соответствии с направленностью магистерской программы «Распределённая тепловая энергетика» включает следующие возможные варианты, связанные с разработкой и исследованием различного типа теплоэнергетических систем и оборудования теплоэнергетики:

1. Анализ надежности теплоэнергетических систем.
2. Пути повышения эффективности работы отдельных элементов теплоэнергетических систем.
3. Анализ теплового и гидравлического режимов работы элементов теплоэнергетических систем.

4. Оценка эффективности применения тепловых насосов в элементах теплоэнергетических систем.

5. Анализ эффективности использования вторичных энергоресурсов теплоэнергетических систем.

6. Анализ возможности автономного энергообеспечения от нетрадиционных энергетических источников (биогаз, ветроэнергетика, гелиоэнергетика).

7. Математическое моделирование и анализ процессов преобразования энергии в элементах теплоэнергетических систем.

8. Анализ тепловых источников потоков в энергоустановках.

9. Анализ и оптимизация энергоэффективности в системах кондиционирования воздуха.

10. Комплексное решение вопросов энергосбережения в различных элементах теплоэнергетических систем.

11. Анализ проблем аккумуляции энергии в элементах теплоэнергетических систем.

12. Анализ и оценка энергоэффективности систем газоснабжения.

13. Анализ и оценка эффективности тепловой защиты зданий на основе энергосберегающих технологий.

14. Анализ эффективности и разработка схем мини-ТЭЦ.

15. Использование математического моделирования для анализа эффективности потребления энергоресурсов на промышленном предприятии.

16. Разработка математических моделей эффективности региональных систем теплоснабжения.

Актуальность темы и основные цели работы должны быть аргументированы самим магистрантом во введении.

Магистранты имеют право самостоятельно выбирать тему из предложенного научным руководителем списка или предлагать свою тему.

После выбора магистрантом темы руководителем МД оформляется задание, в котором приводятся исходные данные, структура работы, календарный график выполнения и перечень рекомендуемой литературы.

Содержание работы и уровень ее исполнения должны удовлетворять современным требованиям по присваиваемой квалификации и степень этого соответствия отмечается в отзыве научного руководителя. Результатом выполнения работы является достижение целей и задач, сформулированных студентом во введении.

По итогам работы студент должен представить расчетно-пояснительную записку к МД. Уникальность содержимого текстовой части МД должна быть не менее установленного на текущий момент в Московском политехническом университете (не менее чем 80%). Уникальность проверяется с помощью специальных сервисов в глобальной сети Интернет и подтверждается соответствующим документом (акт проверки МД на антиплагиат).

Вариант МД в электронном виде в формате *.pdf* прикладывается к текстовой части МД и передается научному руководителю, который, в свою очередь, передает электронный вариант секретарю кафедры для

последующего занесения МД (совместно с отзывом на работу и рецензией) в состав электронного портфолио магистранта.

### **5.3. Стиль изложения текста в магистерской диссертации**

При написании текста МД следует использовать безличную манеру, то есть не употреблять местоимения «я», «мною», «мы» и т.д.

Такие слова и словосочетания как «общеизвестно», «само собой разумеется», «естественно» и подобные им не допускаются в тексте.

При написании текста не допускается применять:

- обороты разговорной речи, сленги, произвольные словообразования;
- математические знаки (<, >, =, %, № и т.д.) без цифр;
- сокращения обозначений физических величин, если они употребляются без цифр.

### **5.4. Структура магистерской диссертации**

Рекомендуемая структура МД содержит следующие элементы:

- титульный лист (печатается и выдается на кафедре);
- аннотация (аннотация подписывается студентом);
- содержание (содержание должно включать и приложения);
- введение;
- основная часть (3-4 раздела или главы);
- заключение;
- список использованных источников и литературы;
- приложения;
- задание на магистерскую диссертацию (подписывается магистрантом и научным руководителем).

Требуемый объем магистерской диссертации составляет 60-80 страниц машинописного текста, включая таблицы и иллюстрации. Приложения не входят в требуемый объем работы. Объем приложений не ограничен.

Аннотация объемом до 0,5 стр. включает библиографическое описание работы (количество страниц, иллюстраций, таблиц, приложений) и краткую информацию о ее содержании. Рекомендуется на этой же странице дать текст аннотации на одном из европейских языков (английском, французском или немецком).

Содержание включает введение (аннотация не входит в содержание), наименование всех разделов, подразделов, заключение, список использованных источников, наименования приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы пояснительной записки.

Во введении должны быть отражены современное состояние и актуальность темы МД, определены цели, задачи, объект и предмет исследования. Объем введения составляет, как правило, не более 3-4 страниц.

Основная часть магистерской диссертации состоит из трех-четырех глав-разделов, каждый из которых делится на подразделы (1.1, 1.2, 1.3..., 2.1, 2.2 и т.п.). Названия разделов и подразделов должны быть сформулированы, по

возможности, кратко и отражать их содержание. Названия подразделов не должны повторять названия разделов, а названия разделов не должны повторять название МД.

В структуре названий разделов и подразделов вначале содержатся обязательные словосочетания, требуемые в соответствии со структурой МД, а далее словосочетания, относящиеся к конкретной предметной области, рассматриваемой в работе.

После каждого раздела делаются промежуточные выводы.

Выводы во всех разделах должны содержать краткий итог проделанной работы, основные результаты и предполагаемые направления дальнейших исследований.

В заключении автор в виде тезисов приводит полученные результаты, наиболее главные и важные выводы и рекомендации по всей работе. В заключении не приводятся новые выводы и положения, которых нет в магистерской диссертации.

После заключения приводится список использованных источников информации. Он составляется в порядке появления ссылок на него по тексту. Список использованных источников и литературы должен содержать достаточное количество современных источников. В качестве источников могут выступать самые разные ресурсы, начиная от учебников. Учебных пособий, научных статей и заканчивая Интернет-ресурсами.

В приложение выносятся объемные табличные, графические, расчетные или другие материалы, которые имеют вспомогательное и справочное значение для достижения цели работы. В него могут быть вынесены исходная информация, вспомогательные расчеты, тексты программ и их экранные формы, и прочее.

## **5.5. Технология оценки результатов освоения образовательной программы**

После написания МД студент подписывает титульный лист и сдает работу научному руководителю на проверку. Научный руководитель дает отзыв, оценивая отношение студента к работе над МД. Научный руководитель совместно с выпускником осуществляет проверку МД на уникальность (проверка на антиплагиат). По итогам проверки составляется Акт проверки БР на антиплагиат, который заверяется научным руководителем МД. Акт, как правило, представляет собой «скриншот» страницы программы с результатами проверки на антиплагиат. Сервис (программа), с помощью которого проводится проверка МД на уникальность, указывается заранее на выпускающей кафедре.

Затем все материалы (расчетно-пояснительная записка МД совместно с отзывом руководителя) предъявляются назначенному заранее рецензенту, который оценивает проделанную работу и пишет на нее рецензию. Список закрепленных за выпускниками рецензентов вывешивается на стенде объявлений кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

В установленные сроки выпускник защищает свою работу перед государственной экзаменационной комиссией - ГЭК.

В процессе оценки компетенций выпускника, закрепленных за ГИА, каждый из членов ГЭК должен оценить отдельно следующие элементы:

- глубину и полноту проработки студентом всех задач, поставленных в МД;
- актуальность темы МД и личный вклад автора МД;
- степень соответствия содержания МД задачам, поставленным руководителем;
- качество оформления текстовой части и демонстрационных слайдов;
- стиль и содержание доклада;
- аргументированность и точность ответов на дополнительные вопросы, заданные в ходе защиты МД.

Перед процедурой итогового обсуждения каждый член ГЭК выставляет свою персональную оценку для каждого магистранта, используя усредненную сумму баллов, выставленных за каждый из вышеперечисленных элементов.

В дальнейшем ГЭК рассматривает каждую кандидатуру выпускника отдельно, а итоговая оценка представляет среднее арифметическое от суммы оценок, выставленных каждым членом комиссии. Кроме этого, при формировании итоговой оценки за защиту МД принимается во внимание оценка в отзыве, данном ему руководителем, а также оценка, выставленная рецензентом. В случае спорной ситуации Председатель ГЭК имеет право решающего голоса.

ГЭК оценивает освоение компетенций, закрепленных за ГИА, выпускником, и, в случае положительной оценки, присваивает ему квалификацию «магистр» по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Выпускник, не прошедший ГИА, может повторно пройти ГИА не ранее чем через год и не позднее чем через пять лет после срока проведения ГИА, которая не пройдена обучающимся.

### Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Шкала оценивания			
2	3	4	5
оценка «неудовлетворительно» выставляется магистранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные	оценка «удовлетворительно» выставляется магистранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные	оценка «хорошо» выставляется магистранту, если он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных	оценка «отлично» выставляется магистранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и

ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно	формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач	неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач
--	--	---	--

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### а) Основная литература:

1. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 384 с.

2. Моисеев Б.В. Промышленная теплоэнергетика [Электронный ресурс]: учеб. / Б.В. Моисеев, Ю.Д. Земенков, С.Ю. Торопов. — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. — 236 с.

3. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочная серия: В 4 кн. Кн. 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник [Электронный ресурс]: справ. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. — 632 с.

4. Острейковский В.А. Безопасность атомных станций [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Острейковский, Ю.В. Швыряев. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2008. — 352 с.

5. Сазанов Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учеб. пособие для вузов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б.В. Сазанов, В.И. Ситас. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2014. — 275 с.

6. Афанасьев В.Н. Интенсификация теплоотдачи при вынужденной конвекции: Метод. указания к курсовой научно-исследовательской работе по курсу «Методы интенсификации теплообмена» [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / В.Н. Афанасьев, В.Л. Трифонов. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 68 с.

7. Теплоэнергетические установки: Сборник нормативных документов [Электронный ресурс]: сб. — Электрон. дан. — Москва: ЭНАС, 2013. — 384 с.

8. Быстрицкий Г.Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий [Электронный ресурс]: справ. / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2011. — 592 с.

## **б) Дополнительная литература:**

1. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике [Электронный ресурс]. - М.: МЭИ, 2005. - 352 с.

2. Осика Л.К. Инжиниринг объектов интеллектуальной энергетической системы. Проектирование. Строительство. Бизнес и управление [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2014. — 780 с.

3. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Лебедев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. — 376 с.

4. Теплообменные аппараты ТЭС: справочник: в 2 кн. Книга 1 [Электронный ресурс]: справ. / Даминов А.З. [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. — 490 с.

5. Таранова Л.В. Теплообменные аппараты и методы их расчета: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. — 152 с.

6. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. — 472 с.

## **в) Электронные информационно-образовательные ресурсы, электронно-библиотечные системы и профессиональные базы данных:**

1. Научная Электронная Библиотека eLibrary [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных : электрон, журн. на рус, англ., нем. яз.: реф. и наукометр. база данных] / Науч. электрон, б-ка. - Москва, 1869-2015. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - Загл. с экрана.

2. Scopus [Electronic resource: реф.-библиограф, и наукометр. (библиометр.) база данных на англ. яз.] / Elsevier. - Amsterdam, 1960-2015. – Режим доступа: <http://www.scopus.com/>. - Загл. с экрана.

3. Web of Science (Web of Knowledge) [Electronic resource: реф. и наукометр. база данных на англ. яз. по всем отраслям знания] / Thomson Reuters. - New York, 2001-2015. - Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com/>. - Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных: электрон, база данных: диссертации и авторефераты диссертаций по всем отраслям знания] / Рос. гос. б-ка. - Москва, 2003-2015. - Режим доступа: <http://diss.rsl.ru/>. - Загл. с экрана.

8. Лань [Электронный ресурс: электрон.-библ. система: полнотекстовая база данных электрон, документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». - Санкт-Петербург: Лань, 2010-2015. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>. - Загл. с экрана.

9. Техэксперт. 6.2014 [Электронный ресурс]: норматив.-техн. информ. / Консорциум «Кодекс». - Версия 6.3.2.22, сетевая. - Электрон, текст, дан. - Санкт-Петербург, 1991-2015. - Режим доступа: Компьютер, сеть Науч. б-ка, свободный.

## **11. Материально-техническое обеспечение преддипломной практики**

Проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки осуществляется с использованием материально-технической базы университета, соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Необходимый для реализации ООП магистратуры перечень материально-технического обеспечения, включает в себя лаборатории, компьютерные классы, специально оборудованные кабинеты и аудитории.

Для использования электронных изданий каждый обучающийся обеспечивается во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

Магистрантам обеспечивается доступ к персональному компьютеру со стандартным набором программного обеспечения и сети *Internet*. На кафедре «Промышленная теплоэнергетика» имеются кабинеты и аудитории, оснащенные компьютерами, копировальными аппаратами, принтерами.

Обеспечивается доступ магистрантов к информационным ресурсам Университета, включая читальные залы, справочную и научную литературу, отраслевые периодические издания по направлению подготовки.



Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Распределенная тепловая энергетика».

#### Авторы

Профессор кафедры «Промышленная теплоэнергетика»  
д.т.н. профессор

С.Д. Корнеев

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»  
к.т.н., доцент

О.Б. Сенникова

#### Рецензент

Ген. директор ООО Аттестационный центр «ТЭК»  
д.т.н., профессор

С.Л. Рябцев

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26 мая 2022 г. № 11.

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»  
к.т.н., доцент

Л.А. Марюшин

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

ОП (профиль): «Распределенная тепловая энергетика»

Форма обучения: очная, заочная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Москва

2022

Таблица 1 к приложению 1

Государственная итоговая аттестация				
ФГОС ВО 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника				
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА			
УК-1	способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<ul style="list-style-type: none"> <li>актуальность тематики исследования;</li> <li>глубина проработки источников по теме исследования;</li> <li>системный подход к постановке задач исследования;</li> <li>знание методов решения поставленных задач;</li> <li>оценка руководителя ВКР (отзыв руководителя о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы);</li> <li>формулировка основных результатов ВКР;</li> <li>обоснованность принятых проектных решений;</li> <li>корректность изложения материала и точность формулировок;</li> <li>владение материалом по теме ВКР на защите;</li> <li>соблюдение графика работы над ВКР;</li> </ul> успешное освоение дисциплин согласно учебному плану	Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
УК-2	способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
УК-3	способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели		Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
УК-4	способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия		Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
УК-5	способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного		Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК

	взаимодействия			Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
УК-6	способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
ОПК-1	способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	<b>знать:</b> современные методы исследования; способы оценки и представления результатов выполненной работы <b>уметь:</b> применять современные методы исследования; оценивать и представлять результаты <b>владеть:</b> Методами исследования, оценки и представления результатов выполненной работы	Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
ОПК-2	способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	<b>знать:</b> современные методы исследования; способы оценки и представления результатов выполненной работы <b>уметь:</b> применять современные методы исследования; оценивать и представлять результаты <b>владеть:</b> Методами исследования, оценки и представления результатов выполненной работы	Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства
ПК-1	Способность к разработке концепций и проведению теплотехнических расчетов объектов профессиональной деятельности	<b>знать:</b> современные методы исследования; способы оценки и представления результатов выполненной работы <b>уметь:</b>	Консультации; Самостоятельная работа	ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя

		<p>применять современные методы исследования; оценивать и представлять результаты</p> <p><b>владеть:</b> Методами исследования, оценки и представления результатов выполненной работы</p>		<p>«Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства</p>
ПК-2	<p>способность к организации работы проектного подразделения по разработке систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции</p>	<p>Знать: методы проведения технических расчетов по проектам</p>	<p>Консультации; Самостоятельная работа</p>	<p>ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства</p>
ПК-3	<p>способность к организации работ по эксплуатации тепломеханического оборудования</p>	<p><b>знать:</b> методы планирования и постановки задач исследования; методы представления результатов научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p> <p><b>уметь:</b> планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы; интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p> <p><b>владеть:</b> методами экспериментальной работы; способами интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных</p>	<p>Консультации; Самостоятельная работа</p>	<p>ВКР (основная часть) Доклад Вопросы членов ГЭК Отзыв руководителя «Антиплагиат» Рецензия руководителя от производства</p>

	обсуждения		
--	------------	--	--

## Программа государственного междисциплинарного экзамена

Государственный междисциплинарный экзамен проводится в устной форме по экзаменационному билету. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и задачу.

Вопросы к междисциплинарному государственному экзамену:

1. Энергоресурсы. Классификация энергоресурсов.
2. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии.
3. Темпы потребления энергоресурсов и энергообеспеченность.
4. Направления расходования ТЭР.
5. Подходы к решению проблемы энергосбережения.
6. Энергоаудит. Нормативная база в области энергоаудита и энергосбережения.
7. Сертификация и метрология в области энергосбережения.
8. Энергетическая эффективность.
9. Энергосберегающие технологии в электроэнергетике России. Расчет потерь электроэнергии.
10. Утилизация отходов электро- и теплоэнергетической отраслей.
11. Контроль качества тепловой и электрической энергии.
12. Экономия энергоресурсов на промышленных предприятиях.
13. Учет энергоресурсов и энергоносителей. Учет электрической энергии.
14. Учет энергоресурсов и энергоносителей. Учет тепловой энергии.
15. Учет энергоресурсов и энергоносителей. Учет расхода топлива.
16. Классификация ВТУ по общности получаемого продукта, по использованным видам энергии, по термодинамическим параметрам.
17. Принцип работы ВТТУ. Структурные схемы высокотемпературных теплотехнологических установок.
18. Материальные балансы высокотемпературных процессов и установок.
19. Тепловые балансы высокотемпературных процессов и установок;
20. Аэродинамические условия в рабочей камере ВТТУ.
21. Режимы теплообмена в теплотехнологических установках.
22. Внутренний теплообмен в рабочей камере ВТУ. Продолжительность тепловой обработки термически тонких и толстых тел.
23. Определение производительности высокотемпературных теплотехнологических установок.
24. Регулирование параметров тепловых процессов ВТТУ.
25. Основные тенденции совершенствования высокотемпературных установок и их расчет при проектировании.
26. Потребители сжатых и сжиженных газов.
27. Основные криогенные термодинамические циклы.
28. Методы разделения воздуха и воздуходелительных аппаратов.
29. Воздухоразделительные и криогенные установки.
30. Хранение и транспортирование сжатых и сжиженных газов.

31. Расчёт, проектирование и эксплуатация блоков разделения воздуха и криогенных установок.
32. Надежность оборудования, энергетической установки или системы.
33. Системная и режимная надежность.
34. Аварийный, ремонтный, эксплуатационный и нагрузочный резерв.
35. Недоотпуск энергии на примере вероятностной модели энергосистемы типа «генерация-потребление».
36. Статистическая оценка и анализ надежности действующего оборудования и установок.
37. Прогнозирование надежности оборудования и установок.
38. Техническая диагностика оборудования и установок.
39. Нормирование уровня надежности энергоустановок.
40. Испытания энергетического оборудования и систем энергоснабжения на надежность.
41. Расчет и анализ параметров надежности энергосистем.
42. Система рабочий элемент – резервный элемент.
43. Модели надежности с учетом профилактики и восстановления.
44. Модели надежности установок (систем) с учетом отказов общей причины.
45. Аналитический метод расчета надежности восстановления объектов.
46. Оптимизация технических решений по обеспечению надежности при проектировании, создании и эксплуатации энергетического оборудования, установок, систем.
47. Значение и задачи энергетического комплекса.
48. Структура и функции энергетического комплекса.
49. Энергетические балансы предприятия.
50. Планирование потребности в энергии промпредприятия.
51. Нормирование и учет энергоресурсов.
52. Анализ и пути развития энергетического комплекса.
53. Характеристика энергоресурсов промышленного предприятия.
54. Системы технического водоснабжения промышленных предприятий.
55. Насосные станции систем технического водоснабжения.
56. Системы воздухоснабжения промышленных предприятий.
57. Оборудование компрессорных станций.
58. Установки для трансформации теплоты (холодильные, теплонасосные).
59. Системы газоснабжения промышленных предприятий.
60. Системы по обеспечению производства продуктами разделения воздуха (азотно-кислородные станции).
61. Системы электроснабжения предприятия.
62. Промышленные котельные.



## Примеры практических заданий

**Задача 1.** В противоточном рекуператоре происходит подогревание воздуха, расход которого 3 кг/с, от температуры 15 °С до 180 °С. Греющий теплоноситель – дымовые газы при этом охлаждаются с 450 °С до 250 °С. Начальная относительная влажность воздуха 60%. Определить площадь поверхности теплообмена, если:  $\alpha_1 = 60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\alpha_2 = 40 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\lambda = 50 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ,  $\delta = 2 \text{ мм}$ .

**Задача 2.** Емкостной аппарат закрытого типа для обработки материала в жидкости с обогревом глухим паром имеет корпус массой 700 кг. Удельная теплоемкость материала корпуса 0,5 кДж/(кг·К). В полости аппарата находится 3500 кг воды. Найти площадь поверхности встроенного рекуператора, обеспечивающего разогрев аппарата от начальной температуры 20 °С до конечной – 90 °С за 30 минут. Потерями тепла через стенки аппарата пренебречь. Коэффициент теплопередачи в теплообменнике принять равным 900 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Давление греющего пара – 4 бар, степень сухости – 0,95.

**Задача 3.** Параметры воздуха на входе в сушильную машину  $t_0 = 25^\circ\text{C}$ ,  $\phi_0 = 70\%$ , а на выходе из нее  $t_2 = 85^\circ\text{C}$ ,  $\phi_2 = 20\%$ . Производительность машины по испаренной влаге 0,15 кг/с. Определить тепловой поток, расходуемый на нагревание свежего воздуха.

**Задача 4.** Для климатических условий г. Брянск выполнить расчет и построение графиков часовых расходов теплоты на отопление вентиляцию и горячее водоснабжение, а также годовых графиков теплопотребления по продолжительности тепловой нагрузки и по месяцам. Расчётные тепловые потоки района города на отопление  $Q_{0 \max} = 300 \text{ МВт}$ , на вентиляцию  $Q_{v \max} = 35 \text{ МВт}$ , на горячее водоснабжение  $Q_{\text{hm}} = 60 \text{ МВт}$ . Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления  $t_0 = -31^\circ\text{C}$ .

**Задача 5.** Выполнить расчет пластинчатого теплообменника при следующих исходных данных:

1. Максимальная производительность теплообменника  $Q_{\text{гр}}^{\text{макс}} = 6301 \text{ МДж}/\text{ч}$ ;
2. Температура нагреваемой воды на входе в теплообменник  $t_{\text{н1}} = 5^\circ\text{C}$ ;
3. Температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника  $t_{\text{н2}} = 60^\circ\text{C}$ ;
4. Температура греющей воды на входе в теплообменник  $t_{\text{г1}} = 70^\circ\text{C}$ ;
5. Температура греющей воды на выходе из теплообменника  $t_{\text{г2}} = 20^\circ\text{C}$ .

Требования: располагаемые потери давления по ходу греющей и нагреваемой воды не должны превышать 20-60 кПа.