

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/Д.С. Гуш/

«28» декабря 2022 года

**ПРОГРАММА**  
**государственной итоговой аттестации**

13.06.01 Электро- и теплотехника

*направление подготовки/специальность*

05.14.04 Промышленная теплоэнергетика

*направленность (профиль)/специализация*

очная

*форма обучения*

Исследователь. Преподаватель-исследователь

*квалификация (степень) выпускника аспирантуры  
(исследователь, преподаватель-исследователь)*

Красноярск 2022

## 1. Общая характеристика государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация (ГИА) является итоговой аттестацией обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров.

1.1 Основной целью ГИА является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника».

1.2 Основные задачи государственной итоговой аттестации направлены на формирование и проверку освоения следующих компетенций:

| Компетенции                                                                                                                       | Знания                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Умения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Навыки                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 – владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности              | знать основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области промышленной теплоэнергетики                                                                                                                                                                 | уметь определять необходимость и актуальность конкретной задачи с учётом общего направления исследований.                                                                                                                                                                                                                                               | владеть навыками анализа источников профессиональной информации                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ОПК-2 – владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий | знать базовые этические принципы исследователя; знать особенности различных видов научной отчетности (реферат, доклад, статья, диссертация); знать возможности основных современных информационно-коммуникационных технологий при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) | уметь применять на практике базовые этические принципы исследователя; уметь оформлять полученные в ходе научного исследования результаты в виде научной документации (реферат, доклад, статья, диссертация); уметь применять основные современные информационно-коммуникационные технологии при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) | владеть базовой культурой научного исследования; правилами оформления полученных в ходе исследования результатов в виде научной документации (реферат, доклад, статья, диссертация); основными современными информационно-коммуникационными технологиями при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) |

|                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научной исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности | знать на репродуктивном уровне существующие методы исследования; знать правила соблюдения авторских прав при написании научной квалификационной работы (диссертации)                                                   | уметь на репродуктивном уровне разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере теплоэнергетики                              | владеть на репродуктивном уровне существующими методами исследования; владеть навыками разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере теплоэнергетики      |
| ОПК-4 – готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности                                                                       | знать на репродуктивном уровне этапы проведения научного исследования; знать актуальные проблемы в сфере теплоэнергетики для организации работы исследовательского коллектива; знать этические правила работы в группе | уметь на репродуктивном уровне организовывать работу исследовательского коллектива в сфере теплоэнергетики                                                                                         | владеть на репродуктивном уровне методологией проведения научных исследований в сфере теплоэнергетики; владеть навыками работы в группе                                                                                           |
| ОПК-5 – готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования                                                             | знать на репродуктивном уровне базовые современные образовательные технологии в высшем образовании; знать особенности процесса обучения и воспитания; знать специфику организации эффективного педагогического общения | уметь использовать на практике современные образовательные технологии в высшем образовании; уметь выстраивать процесс обучения и воспитания; уметь организовать эффективное педагогическое общение | владеть базовыми современными образовательными технологиями в высшем образовании; владеть навыками организации процесса обучения и воспитания в высшей школе; владеть спецификой организации эффективного педагогического общения |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 – способность планировать и ставить задачи исследования электро-технических комплексов и систем промышленного, транспортного, бытового и специального назначения, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований | знать современные тенденции развития в области исследований, задачи, стоящие перед исследователями в выбранной области науки. | уметь формулировать и оценивать цели и задачи данного исследования, исходя из целей и задач, стоящих перед данным научным направлением.                                                                                          | владеть на репродуктивном уровне навыками выделения новых научных фактов, проблем, способами объяснения фактов.                                                                                 |
| ПК-2 – способность самостоятельно выполнять исследования                                                                                                                                                                                                                         | знать общую схему проведения научного исследования, правила оформления научных исследований.                                  | уметь подбирать и изучать основные литературные источники, которые будут использованы в качестве теоретической базы исследования.                                                                                                | владеть на репродуктивном уровне навыками проведения научных исследований с учетом новейших тенденций и новых предметных областей.                                                              |
| ПК-3 – способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых технологий, объектов профессиональной деятельности                                                                                                                               | знать базовые естественнонаучные дисциплины; методы математического анализа и моделирования, теоретического исследования.     | уметь рассчитывать параметры процессов; проводить экспериментальное исследование                                                                                                                                                 | владеть методами анализа режимов работы электро-энергетического оборудования и систем; информацией о технических параметрах теплоэнергетических систем для применения при конструировании.      |
| ПК-4 – способность проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов и устройств теплоэнергетики, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для компьютеров и баз данных       | знать правила и алгоритмы подготовки первичных материалов к патентованию изобретений.                                         | уметь подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений; соблюдать установленные требования, действующие нормы, правила и стандарты; содействовать развитию творческой инициативы, рационализации, изобретательства. | владеть практическими навыками работы с базами данных при проведении патентных исследований; стандартами, методическими и нормативными материалами, сопровождающими проектирование производств. |

|                                                                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 – готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений                                       | знать методы экспертизы технологических решений.                                                                   | уметь проводить экспертизу с целью информационного обеспечения новых разработок; обрабатывать полученные результаты; представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати. | владеть навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, требующей знания проблем теплотехнических наук.                                       |
| ПК-6 – способность применять методы анализа вариантов технических решений электро-технических комплексов и систем, разработки и поиска оптимальных решений | знать специфику аналитического метода.                                                                             | уметь находить компромиссные решения в профессиональной сфере;                                                                                                                                                                                                                                                  | владеть способностью осуществлять анализ некоторых вариантов                                                                                                  |
| ПК-7 – готовность к преподавательской деятельности в области промышленной теплоэнергетики                                                                  | знать современные образовательные технологии в высшем образовании, особенности процесса обучения и воспитания.     | уметь использовать на практике современные образовательные технологии в высшем образовании в области промышленной теплоэнергетики.                                                                                                                                                                              | владеть базовыми современными образовательными технологиями в высшем образовании; владеть навыками организации процесса обучения и воспитания в высшей школе. |
| ПК-8 – готовность к организации научной деятельности по специальности                                                                                      | знать на репродуктивном / аналитическом уровнях современные форматы представления результатов научных исследований | уметь на репродуктивном уровне интегрировать полученные знания / транслировать результаты научных исследований в современном формате                                                                                                                                                                            | владеть на репродуктивном уровне навыками интегрирования полученных знаний / транслирования результатов научных исследований в современном формате            |

|                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1 – способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе и междисциплинарных областях                    | знать на репродуктивном / аналитическом уровнях современные научные достижения, в том числе в междисциплинарных областях                                                                                                                                                                       | уметь на репродуктивном уровне анализировать современные научные достижения, в том числе и междисциплинарных областях                                                                                                                   | владеть на репродуктивном уровне навыками критического анализа и оценки современных научных достижений; владеть навыками формулирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе и междисциплинарных областях      |
| УК-2 – способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки | знать на репродуктивном уровне историю и философию науки; знать методологию проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения                                                                     | уметь на репродуктивном уровне проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки | владеть на репродуктивном уровне навыками проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки |
| УК-3 – готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач                                                                           | знать на репродуктивном уровне предметную область научных и научно-образовательных исследований российских и международных коллективов; знать современные форматы участия в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач. | уметь на репродуктивном / аналитическом уровнях организовать свое участие в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.                                          | владеть на репродуктивном / аналитическом уровнях навыками работы в исследовательском коллективе по решению научных и научно-образовательных задач.                                                                                                  |

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-4 – готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках | знать на репродуктивном / аналитическом уровнях современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.                                                                 | уметь на репродуктивном / аналитическом уровнях использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках.                                                                | владеть на репродуктивном / аналитическом уровнях навыками использования современных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранных языках                                                           |
| УК-5 – способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности                                               | знать на репродуктивном / аналитическом уровнях этические нормы профессиональной деятельности при проведении самостоятельного научного исследования и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) | уметь на репродуктивном / аналитическом уровнях применять этические нормы в профессиональной деятельности при проведении самостоятельного научного исследования и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) | способность на репродуктивном / аналитическом уровнях следовать этическим нормам в профессиональной деятельности при проведении самостоятельного научного исследования и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) |
| УК-6 – способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития                        | знать на репродуктивном / аналитическом уровнях как планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития                                                                         | уметь на репродуктивном / аналитическом уровнях планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития при подготовке научно-квалификационной работы. (диссертации).                           | владеть на репродуктивном / аналитическом уровнях способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации)                     |

При процедуре проведения государственного экзамена осуществляется проверка всех вышеперечисленных компетенций: УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8.

При представлении аспирантом научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) осу-

ществляется проверка всех вышеперечисленных компетенций: УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8.

### 1.3 Формы проведения государственной итоговой аттестации.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО программа государственной итоговой аттестации состоит из:

- государственного экзамена;
- научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

1.4 Объем государственной итоговой аттестации составляет 9 з.е, из них подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена составляет 3 з.е, представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) составляет 6 з.е.

1.5 Особенности проведения государственной итоговой аттестации. Государственная итоговая аттестация проводится на русском языке.

К ГИА допускаются аспиранты, не имеющие академической задолженности по всем дисциплинам учебного плана или индивидуального учебного плана соответствующей программы аспирантуры.

## 2. Структура и содержание государственной итоговой аттестации

### 2.1 Государственный экзамен

2.1.1 Государственный экзамен проводится в устной или письменной форме.

#### 2.1.2 Содержание государственного экзамена

| Дисциплина                | Перечень вопросов и заданий                                                                                                                                                                                                  | Перечень проверяемых компетенций |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| История и философия науки | 1. Становление философии техники как области философского знания. Научные и социокультурные предпосылки определения предметного поля философии техники.<br>2. Понятие «техника». Методологические подходы к его определению. | УК-1, УК-2, УК-5, УК-6           |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                             | <p>3. Генезис и развитие техники: критерии развития, основные исторические этапы, влияние социокультурных факторов.</p> <p>4. Соотношение научного и технического знания: исследование и проектирование.</p> <p>5. Роль техники в становлении классического математизированного и экспериментального естествознания и в развитии современных естественных наук.</p> <p>6. Закономерности развития технических наук. Влияние когнитивных и социальных факторов на их развитие.</p> <p>7. Основные структурные компоненты научно-технического знания.</p> <p>8. Специфика соотношения теоретического и эмпирического в технических науках.</p> <p>9. Техническая теория: специфика строения, особенности функционирования, этапы формирования.</p> <p>10. Дисциплинарная организация технической науки: понятие научно-технической дисциплины (семейство научно-технических дисциплин).</p> <p>11. Особенности теоретических исследований в современных научно-технических дисциплинах.</p> <p>12. Развитие системных и кибернетических представлений в технике. Особенности системотехнического и социотехнического проектирования.</p> <p>13. Социальная оценка техники. Научная и техническая рациональность и иррациональные последствия научно-технического прогресса.</p> <p>14. Исследование инженерной деятельности в философии техники. Функции и основные формы инженерной деятельности.</p> <p>15. Характеристика технического творчества. Феномен изобретения и открытия</p> |             |
| Современные образовательные технологии в высшем образовании | <p>1. Разработка плана и методического обеспечения проведения лекционного занятия. 2. Разработка плана и методического обеспечения проведения практического занятия. 3. Разработка плана и методического обеспечения проведения лабораторного занятия.</p> <p>Указать / обосновать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- используемую нормативную базу федерального и локального уровней;</li> <li>- достигаемые результаты обучения на занятии;</li> <li>- способы оценки результатов обучения на занятии;</li> <li>- учитываемые возрастные особенности контингента студентов;</li> <li>- выбор используемых педагогических технологий;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ОПК-5, ПК-7 |

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                 | <p>- использование информационных технологий на занятии.</p> <p><i>Комплексные задания, включающие элементы дисциплины "Современные образовательные технологии в высшем образовании".</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка плана и методического обеспечения проведения лекционного занятия для направления 13.06.01 – Электро- и теплотехника.</li> <li>2. Разработка плана и методического обеспечения проведения практического занятия для направления 13.06.01 – Электро- и теплотехника.</li> <li>3. Разработка плана и методического обеспечения проведения лабораторного занятия для направления 13.06.01 – Электро- и теплотехника.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                  |                                                          |
| Методология научного исследования и оформление результатов научной деятельности | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гипотезы и их роль в научном исследовании.</li> <li>2. Методы анализа и построения научных теорий.</li> <li>3. Факторы, определяющие развитие науки.</li> <li>4. Методы научного познания.</li> <li>5. Математизация теоретического знания.</li> <li>6. Формы и методы научного познания: наблюдение, эксперимент, измерение, аналогия, моделирование, идеализация, интуиция.</li> <li>7. Научная проблема.</li> <li>8. Современная система научных публикаций.</li> <li>9. Библиометрические показатели. Импакт-фактор. Индекс цитирования, индекс Хирша.</li> <li>10. Система поиска и учета научных публикаций.</li> <li>11. Формулирование цели и задач исследования.</li> <li>12. Описание материалов и методов.</li> <li>13. Устные презентации и защита научно-образовательных проектов.</li> <li>14. Работа с научной литературой.</li> </ol> | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, УК-1, УК-3, УК-4, УК-6, ПК-8 |
| Теория и методы решения прикладных задач тепломассопереноса                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика аналитических и численных методов решения задач теплообмена и гидродинамики.</li> <li>2. Основные уравнения математической физики и специальные функции, применяемы при решении теплофизических задач.</li> <li>3. Классификацию методов расчета сложного теплообмена.</li> <li>4. Поточный метод. Основные уравнения.</li> <li>5. Одномерная схема расчета. Основные уравнения.</li> <li>6. Зональный и зонально-узловой метод расчета теплообмена и гидрогазодинамики метод расчета. Основные уравнения.</li> <li>7. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Примеры его реализации при решении инженерных задач.</li> </ol>                                                                                                                                                                                             | ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, УК-1, УК-2                       |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                              | <p>8. Характеристика построения численной модели расчета горения, теплообмена и гидродинамики в топочных камерах котлов.</p> <p>9. Особенности работы с пакетом прикладных программ «Зональный расчет теплообмена в печах и топках», «ANSYS», «σFlow», «σNet», «σEq1» и «σVisual».</p> <p>10. Методы расчета теплового баланса и КПД котельного агрегата. Виды потерь в котельном агрегате.</p> <p>11. Основные положения расчета топочных устройств.</p> <p>12. Методика определения работы, мощности и КПД нагнетателей.</p> <p>13. Инженерный конструкторский и поверочный методы расчета теплообменных аппаратов.</p> <p>14. Расчет ректификационной колонны по методу теоретических тарелок.</p> <p>15. Методы расчета материального, энергетического, теплового и эксергетического балансов теплотехнологической установки.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |
| Промышленная теплоэнергетика | <p>1. Обобщенное термодинамическое уравнение переноса. Градиентный перенос в сплошной среде.</p> <p>2. Общие положения теории теплопроводности. Стационарная теплопроводность. Нестационарная теплопроводность.</p> <p>3. Конвективный теплообмен. Гидродинамический и тепловой пограничный слой. Уравнение теплоотдачи.</p> <p>4. Теплоотдача при свободном и вынужденном течении жидкости в большом объеме и ограниченном пространстве.</p> <p>5. Теплообмен при фазовых переходах первого рода, тепломассообмен при микрогравитации, при конвективном массопереносе.</p> <p>6. Теплообмен при пузырьчатом кипении жидкости в неограниченном пространстве. Режимы кипения.</p> <p>7. Характеристика теплового излучения. Основные законы теплового излучения.</p> <p>8. Условия подобия физических процессов. Характеристика критериев подобия явлений тепломассопереноса.</p> <p>9. Техничко-экономические и экологические аспекты теплоэнергетики.</p> <p>10. Источники теплоснабжения в РФ и соотношение между ними.</p> <p>11. Классификация, структура и основные элементы системы теплоснабжения промышленных предприятий.</p> | ПК-3, ПК-5, ПК-6 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | 12. Общее устройство и основные элементы тепловых сетей.<br>13. Классификация и основные характеристики паровых турбин.<br>14. Схемы отпуска тепла на ТЭЦ.<br>15. Характеристики котельных установок промышленных предприятий.<br>16. Классификация топок котельных агрегатов.<br>17. Нагнетатели, их классификация, характеристики и области использования.<br>18. Принципиальная схема идеальной парокомпрессионной холодильной установки. |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 2.1.3 Критерии оценивания

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». \

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного экзамена.

Критерии оценки результатов сдачи аспирантом государственного экзамена:

- оценка «отлично» – ответ носит системный характер, проработан, продуман, имеет четкий план изложения, содержит существенно переработанный не только теоретический материал, но и дополнительно полученный в ходе анализа научной литературы. Содержит самостоятельный анализ полученных знаний. Обучающийся великолепно знает и использует терминологический аппарат, может свободно приводить самостоятельные обобщения;
- оценка «хорошо» – обучающийся хорошо усвоил основной теоретический материал, но демонстрирует недостаточный самостоятельный анализ проработанной литературы, возникают трудности приведения самостоятельных примеров. Обнаруживаются некоторые трудности его обобщения;
- оценка «удовлетворительно» – обучающийся владеет основными знаниями, но они отличаются недостаточной точностью, бессистемностью. Отсутствуют не только самостоятельные примеры, но и недостаточно проработана дополнительная литература. Трудности адекватного использования терминологического аппарата;
- оценка «неудовлетворительно» – неудовлетворительное владение даже теоретическим материалом или отказ от ответа. Обучающийся не владеет терминологическим аппаратом. Ответы содержат существенное количество ошибок.

### 2.1.4 Рекомендации для подготовки к государственному экзамену

#### 2.1.4.1 Рекомендуемая литература

1. Ракитов, А.И. Информация, наука, технология в глобальных исторических изменениях [Электронный ресурс] / А. И. Ракитов. - Электрон. текстовые

- дан. (1,20 Мб). - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 105 с. - [http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib\\_dc/direct\\_01.06.2020/i-835827864.pdf](http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib_dc/direct_01.06.2020/i-835827864.pdf)
2. История и философия науки (Философия науки) [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине "История и философия науки" для аспирантов естественно-научных и технических специальностей / под ред.: Ю. В. Крынев, Л. Е. Моторина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2014. - 416 с. - <http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=425677>
3. Добронев, Б.С. Численный вероятностный анализ неопределенных данных [Электронный ресурс]: монография / Б. С. Добронев, О. А. Попова ; Сиб. федер. ун-т, Ин-т космич. и информ. технологий. - 2014. - <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/i-229590195.pdf>
4. Управление данными [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 230201.65; напр. 230200.62, 230100.68, 230400.62, 230400.68] / Сиб. федерал. ун-т ; сост. О. А. Попова. - 2012. - <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u004/i-845343.pdf>.
5. Жуков, Г.Н. Общая и профессиональная педагогика: Учебник / Г.Н. Жуков, П.Г. Матросов. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 448 с.: ил.; 60х90 1/16. - (ПРОФИЛЬ). (переплет) ISBN 978-5-98281-342-8. Книга из ЭБС ZNANIUM.COM (НИЦ "Инфра-М")
6. Кравченко, А.И. Психология и педагогика: Учебник / А.И. Кравченко. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 400 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-003038-8. Книга из ЭБС ZNANIUM.COM (НИЦ "Инфра-М")
7. Пастюк, О. В. Психология и педагогика: Учебное пособие / О.В. Пастюк. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 60х90 1/16 + (Доп. мат. znaniyum.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006300-3. Книга из ЭБС ZNANIUM.COM (НИЦ "Инфра-М")
8. Резник, С.Д. Как защитить свою диссертацию: практ. пособие / С.ДЛ. Резник. М.: ИНФРА-М, 2011. - 346 с.
9. Бобров, А.В. Ветро дизельные комплексы в децентрализованном электро-снабжении: монография / А.В. Бобров, В.А. Тремясов. - Красноярск: СФУ, 2012. - 216 с.
10. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учеб.метод. пособие для студентов паравления «Электроэнергетика и электротехника» / сост.: А.В. Бобров, В.А. Тремясов. - Красноярск: СФУ, 2013. - 215 с.
11. Теория теплообмена / Под ред. А.И. Леонтьева. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1997. - 683 с.
22. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена. - М.: Атомиздат, 1979. - 416 с.
33. Рубцов, Н.А. Теплообмен излучением в сплошных средах. - Новоси-бирск: Наука, 1984. - 277 с.

14. Лисиенко, В.Г. Теплофизика металлургических процессов: учеб. для вузов / В.Г. Лисиенко, В.И. Лобанов, Б.И. Китаев. – М.: Металлургия, 1982. – 240 с.
15. Демиденко, Н.Д. Моделирование и вычислительные технологии распределенных систем / Н.Д. Демиденко, В.А. Кулагин, Ю.И. Шохин. – Новосибирск: Наука, 2012. – 424 с.
16. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 1977. – 724 с.
17. Швыдкий, В.С. Математические методы теплофизики: учеб. для вузов / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев, В.С. Шаврин. – М.: Машиностроение, 2001. – 232 с.
18. Численные методы решения теплотехнических задач [ЭОР] / Е.Б. Истягина, А.Ю. Радзюк, О.П. Стебелева. – Красноярск: СФУ, 2015. URL: <https://e.sfu-kras.ru/my/course/view.php?id=305>.
19. Ландау, Л.Д. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1988. – 736 с.
- 564 с.
20. Лыков, А.В. Тепломассообмен (Справочник). – М.: Энергия, 1971. – 560 с.
21. Основы современной энергетики. В 2 тт. Т.1 «Современная теплоэнергетика»; 4-е изд., перераб. – М.: Изд-во МЭИ, 2008. – 472 с.
22. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 588 с.
23. Теплоэнергетика металлургических заводов: учебник для вузов / Ю.И. Розенгарт, З.А. Мурадов, Б.З. Теверовский [и др.]. – М.: Металлургия, 1985. – 303 с.
24. Парогенераторы промышленных предприятий / Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. – М.: Энергия, 1977. – 336 с.
25. Щегляев, А.В. Паровые турбины. – М.: Энергия, 1976. – 368 с.
26. Черкасский, В.М. Насосы, компрессоры, вентиляторы / В.М. Черкасский, Т.М. Романова, Р.А. Кауль. – М.: Энергия, 1968. – 304 с.
27. Промышленные тепломассообменные процессы и установки / А.М. Бакластов [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.
28. Современная теплоэнергетика: курс лекций. Ч. 1. / А.Д. Трухний, А.А. Макаров, В.В. Клименко / Под общ. ред. чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 376 с.
29. Назмеев, Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС / Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 260 с.
30. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2009. – 472 с.
31. Касилов, В.Ф. Справочное пособие по гидрогазодинамике для теплоэнергетиков. – М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 272 с.
32. Ключников, А.Д. Теплотехническая оптимизация топливных печей. – М.: Энергия, 1974. – 343 с.

33. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). – М.: Энергия, 1973. – 196 с.
34. Проектирование топок с твердым шлакоудалением (дополнение к нормативному методу теплового расчета котельных агрегатов) / Под ред. В.В.Митора и Ю.Л.Маршака. – Л.: НПО ЦКТИ, 1981. – 117 с.
35. Троянкин, Ю.В. Проектирование и эксплуатация высокотемпературных технологических установок: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 324.
36. Эстеркин, Р.И. Эксплуатация, ремонт и испытания теплотехнического оборудования: учеб. для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Энергatomиздат, 1991. – 304 с.
37. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / А.П. Воинов, В.А. Зайцев, Л.И. Куперман, Л.Н. Сидельковский; Под. ред. Л.Н. Сидельковского. – М.: Энергatomиздат, 1989. – 272 с.
38. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок: учеб. пособие для вузов /А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, П.Г. Удыма; Под ред. А.М. Бакластова. – М. Энергоиздат, 1981. – 336 с.
39. Скуратов, А.П. Конструкции и теплотехнический расчет плавильных электрических печей: учеб. пособие / А.П. Скуратов, С.Д. Скуратова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 168 с.

#### 2.1.4.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Федеральные государственные образовательные стандарты  
<http://минобрнауки.рф/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/336>
2. Профессиональные стандарты <http://profstandart.rosmintrud.ru/>
3. Профессиональный стандарт педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/01.004.pdf>

## 2.2 Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

### 2.2.1 Программа научного доклада

Тема научного доклада (далее – НД) должна совпадать с утвержденной темой научно-квалификационной работы (диссертации) аспиранта, а содержание доклада должно свидетельствовать о готовности аспиранта к защите научно-квалификационной работы и отражать следующие основные аспекты содержания этой работы:

- актуальность, научная новизна, теоретическое и прикладное значение;
- объект, предмет, цель и задачи исследования;
- материал исследования, способы его документирования;

- теоретическая база и методология исследования;
- структура работы;
- основные результаты исследования и положения, выносимые на защиту;
- апробация результатов исследования. Доклад должен сопровождаться презентацией.

Представление и обсуждение научного доклада проводятся в следующем порядке:

- выступление аспиранта с научным докладом (15-20 минут);
- ответы аспиранта на вопросы;
- выступление научного руководителя с краткой характеристикой аспиранта;
- выступление рецензентов;
- ответ аспиранта на замечания рецензентов;
- свободная дискуссия;
- заключительное слово аспиранта;
- вынесение и объявление решения ГЭК о соответствии научного доклада квалификационным требованиям и рекомендации диссертации к защите.

### **2.2.2 Оценочные средства научного доклада**

Критерии оценки результатов научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) (далее – НКР).

«Отлично» – актуальность проблемы обоснована анализом состояния теории и практики в конкретной области науки. Показана значимость проведенного исследования в решении научных проблем: найдены и апробированы эффективные варианты решения задач, значимых как для теории, так и для практики. Грамотно представлено теоретико-методологическое обоснование НКР, четко сформулирован авторский замысел исследования, отраженный в понятийно-категориальном аппарате; обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненного исследования, глубоко и содержательно проведен анализ полученных результатов эксперимента. Текст НКР отличается высоким уровнем научности, четко прослеживается логика исследования, корректно дается критический анализ существующих исследований, автор доказательно обосновывает свою точку зрения.

«Хорошо» – достаточно полно обоснована актуальность исследования, предложены варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область применения. Доказано отличие полученных результатов исследования от подобных, уже имеющихся в науке. Аспирант твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения

при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» - достаточное обоснование выбранной темы, но отсутствует глубокое понимание рассматриваемой проблемы. В библиографии даны в основном ссылки на стандартные литературные источники. Научные труды, необходимые для всестороннего изучения проблемы, использованы в ограниченном объеме. Заметна нехватка компетентности аспиранта в данной области знаний. Отзыв научного руководителя, внутренняя и внешняя рецензии положительные, но с замечаниями.

«Неудовлетворительно» - тема диссертации представлена в общем виде. Ограниченное число использованных литературных источников. Шаблонное изложение материала. Наличие догматического подхода к использованным теориям и концепциям. Суждения по исследуемой проблеме не всегда компетентны. Неточности и неверные выводы по изучаемой литературе. Отзыв научного руководителя, внутренняя и внешняя рецензии с существенными замечаниями не дают возможность публичной защиты диссертации после ее существенной переработки. Во время доклада аспирантом проявлена ограниченная научная эрудиция.

### **3. Описание материально-технической базы**

Для проведения государственного экзамена используются учебные аудитории СФУ, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности.

Для представления аспирантом научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) используются учебные аудитории СФУ, оборудованные проектором, соответствующие действующей теплотехники и гидрогазодинамики им санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности.

Заведующий кафедрой ТТиГГД ПИ  
д-р техн. наук, профессор



В.А. Кулагин

Разработчик:  
д-р техн. наук, профессор



А.П. Скуратов

Программа принята на заседании кафедры теплотехники и гидрогазодинамики ПИ.