

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

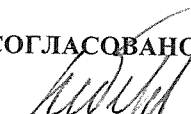


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

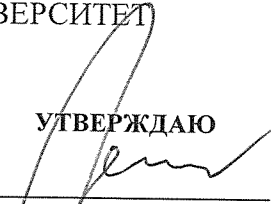
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

  
Руководитель программы  
аспирантуры  
профессор В.А. Лебедев

УТВЕРЖДАЮ

  
Декан  
энергетического факультета  
профессор В.А. Шпенст

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ МАЛООТХОД- НЫХ И БЕЗОТХОДНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

|  |  |
|--|--|
| Область науки:                           | 2. Технические науки                           |
| Группа научных специальностей:           | 2.4. Энергетика и электротехника               |
| Научная специальность:                   | 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника |
| Отрасли науки:                           | Технические                                    |
| Форма освоения программы<br>аспирантуры: | Очная  |
| Срок освоения программы<br>аспирантуры:  | 4 года   |
| Составитель:                             | к.т.н., проф. В.А. Лебедев                     |

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины** «Теоретические основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника.

**Составитель:**



к.т.н., проф. В.А. Лебедев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики «31» августа 2022 г., протокол № 1.

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры  
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой  
теплотехники и теплоэнергетики



к.т.н., проф. В.А. Лебедев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов современного научного мировоззрения и профессиональных компетенций (знаний и навыков) в области разработки и создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок.

**Основные задачи дисциплины:**

- изучение аспирантами теоретических, методических и технологических достижений современной науки и практики в области тепловой энергетики;
- формирование у аспирантов умений и навыков самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности в области промышленной теплоэнергетики;
- овладение аспирантами современными научными инструментами и методами и применение их при разработке и создании малоотходных и безотходных тепловых технологических установок;
- мотивация аспирантов к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области тепловой энергетики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Теоретические основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок» входит в состав элективных дисциплин (модулей), Блок 1 образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника, направленности (профилю) «Теплоэнергетические технологии» и изучается в 4 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**знать:** теоретические основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах;

**уметь:** использовать знания и опыт разработки малоотходных и безотходных тепловых технологических установок с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах;

**владеть навыками:** создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме дифференциального зачета.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Научные основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 36 академических часов, 1 зачётная единица.

| Вид учебной работы  | Всего ак. часов | Ак. часы по семестрам |
|---|-----------------|-----------------------|
|   |                 | 3                     |
| <b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>   | <b>12</b>       | <b>12</b>             |
| Лекции  | 4               | 4                     |
| Практические занятия  | 8               | 8                     |
| <b>Самостоятельная работа аспирантов, в том числе</b>                               | <b>24</b>       | <b>24</b>             |
| Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка устных сообщений | 12              | 12                    |
| Освоение пакетов специализированных прикладных программ                             | 12              | 12                    |
| <b>Трудоёмкость дисциплины</b>  | <b>36</b>       | <b>36</b>             |
| Вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет (ДЗ)                        | ДЗ              | ДЗ                    |
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации</b>              |                 |                       |
| <b>ак. час.</b>   | <b>36</b>       | <b>36</b>             |
| <b>зач. ед.</b>   | <b>1</b>        | <b>1</b>              |

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование разделов   | Виды занятий    |          |                      |                     |                        |
|-------|---|-----------------|----------|----------------------|---------------------|------------------------|
|       |   | Всего ак. часов | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
| 1     | Методологические основы безотходных и малоотходных технологий                     | 3               | 1        | -                    | -                   | 2                      |
| 2     | Основные направления безотходных и малоотходных технологий                        | 12,5            | 0,5      | 2                    | -                   | 10                     |
| 3     | Переработка и использование отходов промышленных и энергетических производств     | 7               | 1        | 2                    | -                   | 4                      |
| 4     | Безотходные и малоотходные технологии и защита окружающей среды                   | 6,5             | 0,5      | 2                    | -                   | 4                      |
| 5     | Энергосбережение в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках | 4,5             | 0,5      | 2                    | -                   | 2                      |
| 6     | Малоотходные и безотходные тепловые технологии в теплоэнергетике.                 | 2,5             | 0,5      | -                    | -                   | 2                      |
|       | <b>Итого:</b>   | <b>36</b>       | <b>4</b> | <b>8</b>             | <b>-</b>            | <b>24</b>              |

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 6 тем, содержание которых направлено на формирование и развитие у аспирантов знаний, умений и навыков, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области создания малоотходных и безотходных те-

пловых технологических установок, тепловых технологических процессов, экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах.

### **Тема 1. Методологические основы безотходных и малоотходных технологий**

Введение. Цели и задачи курса. Связь с другими дисциплинами. Организация изучения. Структура курса, методы аттестации.

Основное назначение и характеристики малоотходных и безотходных тепловых технологий. Требования к безотходному производству. Критерии безотходности. Основные принципы безотходных технологий. Принципы рациональной организации производства

#### ***Самостоятельная работа.***

Передовые безотходные и малоотходные технологии. Мировой и отечественный опыт безотходных и малоотходных технологий.

основная: [1-2];

дополнительная: [1-3].

### **Тема 2. Основные направления безотходных и малоотходных технологий**

Классификация безотходных и малоотходных технологий. Безотходные и малоотходные технологии в горнодобывающей, металлургической, химической, деревообрабатывающей, энергетической отраслях и в индустрии строительных материалов. Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий и транспортной инфраструктуры.

#### ***Самостоятельная работа.***

Проблемы снижения промышленных отходов и их использование в минерально-сырьевом комплексе.

#### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-2];

дополнительная: [1-3].

### **Тема 3. Переработка и использование отходов промышленных и энергетических производств**

Классификация отходов. Отходы производства. Отходы потребления. Твердые бытовые отходы. Переработка и утилизация ТБО. Концепция "энергетического баланса". Методы сжигания твердых отходов: на колосниковых решетках, в топке с псевдоожиженным (кипящим) слоем и по технологии Пиролиз. Жидкие отходы.

Токсичные и опасные отходы. Радиоактивные отходы. Проблема переработки и хранения облученного ядерного топлива. Российская Государственная программа «Отходы». Информационное обеспечение. Научно-методическое обеспечение системы. Научно-техническое обеспечение. Совершенствование системы управления отходами.

#### ***Самостоятельная работа.***

Государственная система обращения с радиоактивными отходами.

#### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-2];

дополнительная: [1-3].

### **Тема 4. Безотходные и малоотходные технологии и защита окружающей среды**

Основы правовой защиты окружающей среды в Российской Федерации. Объекты природоохранного законодательства. Юридическая ответственность за нарушение природоохранного законодательства. Экологические преступления в уголовном кодексе Российской Федерации. Природные и техногенные воздействия на природную среду. Загрязнение окружающей среды.

Виды загрязнения окружающей среды. Биологическое. Химическое. Радиационное. Физическое. Взаимосвязь идеологии безотходных и малоотходных технологий с охраной окружающей среды.

***Самостоятельная работа.***

Требования международного и отечественного законодательства к промышленным и энергетическим технологиям в контексте проблем защиты окружающей среды.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-2];

дополнительная: [1-3].

**Тема 5. Энергосбережение в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках**

Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) как направление безотходных и малоотходных технологий. Виды ВЭР: горючие, тепловые, избыточного давления. Проблема использования ВЭР избыточного давления газа, пара, воды. ВЭР грузо-подъёмных машин и транспортных систем. Проблема использования топливных ВЭР на объектах минерально-сырьевого комплекса: низкокалорийное топливо, попутные газы, ТБО. Использование высокопотенциального тепла исходящих газов. Экономическая эффективность, проблемы промышленной и экологической безопасности использования топливных ВЭР.

***Самостоятельная работа.***

Эксергетический метод оценки энергоэффективности безотходных и малоотходных технологий.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-2];

дополнительная: [1-3].

**Тема 6. Малоотходные и безотходные тепловые технологии в теплоэнергетике**

Малоотходные технологии сжигания органических топлив. Отходы при сжигании топлива в теплогенерирующих установках. Газообразное топливо. Жидкое топливо. Твердое топливо. Методы утилизации высокопотенциального тепла. Технологии использования низкопотенциального тепла. Теплонасосные технологии. Биотехнологии. Получение экологически чистых топлив. Биогазовые технологии.

***Самостоятельная работа.***

Мировой опыт использования низкопотенциальных источников теплоты и теплонасосных технологий.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1-2];

дополнительная: [1-3].

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины «Научные основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок» применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия**, цель которых углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы аспиранта. На практических занятиях

аспиранты делают краткие устные сообщения о результатах самостоятельной работы с последующим обсуждением при участии преподавателя.

**Консультации** (текущая консультация, накануне диф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим практическим занятиям и промежуточной аттестации.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Проведение текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

- устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);
- устное сообщение аспиранта о результатах выполненной самостоятельной работы (устный ответ).

### **6.2 Критерии оценивания результатов текущего контроля**

#### **Критерии оценивания устных ответов обучающихся**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

1) ориентируется в излагаемом материале, владеет базовой терминологией в объеме, предусмотренном рабочей программой по дисциплине;

2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, подкрепляет теоретические положения примерами;

3) умеет структурировать содержание ответа в соответствии с поставленным вопросом;

4) не допускает (или допускает немногочисленные негрубые) ошибки при анализе языковых фактов; способен исправить допущенные им ошибки при помощи уточняющих вопросов преподавателя.

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично,

последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизированно и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

### **6.3 Критерии формирования оценок по подготовке докладов**

«Отлично» (5 баллов) – аспирант показывает глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, информация представлена в переработанном виде; использует иллюстративный (наглядный) материал, мультимедийную презентацию, демонстрирует мастерство публичного выступления.

«Хорошо» (4 балла) – обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответ на вопросы, представляет наглядный материал, помогающий слушателям запомнить основные пункты выступления.

«Удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации в презентации.

### **6.4 Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий**

«Отлично» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов на тестовые вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75 – 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» – получают аспиранты, имеющие результат: количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

### **6.5 Цель и основные задачи дифференцированного зачета по дисциплине**

Дифференцированный зачет по дисциплине «Научные основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок» имеет целью проверить теоретические знания аспирантов, а также их навыки и умение применять полученные знания. На дифференцированном зачете аспирант должен показать глубокое и всесторон-



нее знание программного материала, рекомендованной литературы, умение аргументированно и логично изложить содержание поставленных проблем.

Оценки по результатам дифференцированного зачета выставляются преподавателем, ведущим дисциплину, объявляются обучающимся и заносятся в зачетную ведомость.

### **6.6 Методика и порядок проведения дифференцированного зачета**

Сдача дифференцированного зачета осуществляется по билетам.

Вопросы в билете выбираются из списка 25 теоретических вопросов по дисциплине. Билет содержит два вопроса.

### **6.7 Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета**

Знания, умения и навыки обучающихся необходимо определяются следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки за ответы на вопросы выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок;

— **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при ответе на дополнительные вопросы:

а) обучающийся ответил правильно, но при этом допустил незначительные неточности в формулировании определений, принципов работ или ошибки при ответах на вопросы (ошибки оценки промежуточных результатов, неполноты сделанных выводов);

б) обучающийся правильно ответил (смотри оценка «отлично») и допустил значительные погрешности.

— **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения при ответах на вопросы;

— **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями отвечает или по существу не отвечает на дополнительные вопросы.

### **6.8 Примерный перечень вопросов для дифференцированного зачета**

1. Назначение и характеристики малоотходных и безотходных тепловых технологий.
2. Требования к безотходному производству.
3. Критерии безотходности.
4. Принципы безотходных технологий.
5. Принципы рациональной организации производства.
6. Мировой и отечественный опыт безотходных и малоотходных технологий.
7. Классификация безотходных и малоотходных технологий.
8. Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий.
9. Классификация отходов.
10. Отходы производства.
11. Отходы потребления.
12. Переработка и утилизация ТБО.
13. Методы сжигания твердых отходов.
14. Радиоактивные отходы.
15. Проблема переработки и хранения облученного ядерного топлива.
16. Российская Государственная программа «Отходы».
17. Нормативно-правовое обеспечение защиты окружающей среды.
18. Способы снижения окислов серы и азота в уходящих газах.
19. Основные санитарные нормы по выбросам вредных веществ в атмосферу.
20. Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) как направление безотходных и малоотходных технологий.
21. Проблема использования топливных ВЭР на объектах минерально-сырьевого комплекса.
22. Использование высокопотенциального тепла исходящих газов.
23. Эксергетический метод оценки энергоэффективности безотходных и малоотходных технологий.
24. Малоотходные технологии сжигания органических топлив.
25. Методы утилизации высокопотенциального тепла.

### **Примеры билетов для дифференцированного зачета**

#### **Билет 1.**

1. Назначение и характеристики малоотходных и безотходных тепловых технологий.
2. Методы утилизации высокопотенциального тепла.

#### **Билет 2.**

1. Основные санитарные нормы по выбросам вредных веществ в атмосферу.
2. Малоотходные технологии сжигания органических топлив.

#### **Билет 3.**

1. Критерии безотходности.
2. Эксергетический метод оценки энергоэффективности безотходных и малоотходных технологий.

#### **Билет 4.**

1. Принципы безотходных технологий.
2. Использование высокопотенциального тепла исходящих газов.

#### **Билет 5.**

1. Принципы рациональной организации производства.
2. Проблема использования топливных ВЭР на объектах минерально-сырьевого комплекса.

#### **Билет 6.**

1. Классификация безотходных и малоотходных технологий.
2. Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) как направление безотходных и малоотходных технологий.

**Билет 7.**

1. Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий.
2. Основные санитарные нормы по выбросам вредных веществ в атмосферу.

**Билет 8.**

1. Классификация отходов.
2. Способы снижения окислов серы и азота в уходящих газах.

**Билет 9.**

1. Переработка и утилизация ТБО.
2. Нормативно-правовое обеспечение защиты окружающей среды.

**Билет 10.**

1. Методы сжигания твердых отходов.
2. Проблема переработки и хранения облученного ядерного топлива.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

### **7.1. Основная литература**

1. Теплотехника: учебник для вузов / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», В.В. Андреев, В.А. Лебедев, Б.И. Спесивцев, СПб, 2015.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=31%2E31%2F%D0%90%2065%2D409490551<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E31%2F%D0%90%2065%2D409490551<.>)
2. Моисеев, Б.В. Промышленная теплоэнергетика [Электронный ресурс] : учебник / Б.В. Моисеев, Ю.Д. Земенков, С.Ю. Торопов. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 236 с.  
<https://e.lanbook.com/book/55434>
3. Сутягин В.М. Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий: учебное пособие / В.М. Сутягин, В.Г. Бондалетов, О.С. Кукурина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 184 с.  
[http://window.edu.ru/resource/916/73916/files/wasteless\\_technology\\_development.pdf](http://window.edu.ru/resource/916/73916/files/wasteless_technology_development.pdf)
4. Энергосбережение на предприятиях минерально-сырьевого комплекса [Текст] : учеб. пособие / Б. Н. Абрамович [и др.]. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 73 с.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com\\_irbis/pdf\\_view/](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/)
5. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учеб. пособие/ Ю.В. Овчинников, О.К. Григорьева, А.А. Францева. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015 – 258 с. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=436027](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436027)

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Лебедев В.А. Теплоэнергетика [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Лебедев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2017. — 371 с. — 978-5-94211-794-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78140.html>
2. Оранова Т.И. Основы разработки безотходных и малоотходных технологий Нальчик: Каб. -Балк. ун-т., 2004. — 56 с. <https://www.twirpx.com/file/1032460/>
3. Спасибожко В.В. Основы безотходной технологии: Учебное пособие. Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. -132 с.  
[http://www.studmed.ru/spasibozhko-vv-osnovy-bezothodnoy-tehnologii\\_43341101d2c.html](http://www.studmed.ru/spasibozhko-vv-osnovy-bezothodnoy-tehnologii_43341101d2c.html)

### **7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
- Методические указания по практическим занятиям.

#### **7.4. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.
7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

#### **7.5. Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

#### **7.6. Информационные справочные системы:**

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>
2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.
4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>
5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Аудитория для проведения лекционных занятий: 69 посадочных мест, Стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.