

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

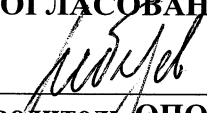


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор В.А. Лебедев

УТВЕРЖДАЮ

  
Декан энергетического факультета  
профессор В.А. Шпенст

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ МАЛОУТХОДНЫХ И БЕЗОТХОДНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	13.06.01 Электро- и теплотехника
Направленность (профиль):	Промышленная теплоэнергетика
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	к.т.н., профессор В.А. Лебедев

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

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.06 01 Электро- и теплотехника (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утв. приказом Минобрнауки России № 878 от 30 июля 2014 (ред. от 30.04.2015);

- на основании учебного плана направленности (профиля) «Промышленная теплоэнергетика» по направлению 13.06 01 Электро- и теплотехника.

**Составитель:**



к.т.н., профессор В.А. Лебедев

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики от «29» августа 2019 г., протокол № 1**

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры и докторантуры



к.т.н., доц.

В.В. Васильев

Заведующий кафедрой теплотехники и теплоэнергетики



к.т.н., проф.

В.А. Лебедев

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Цель дисциплины:

- формирование у аспирантов современного научного мировоззрения и профессиональных компетенций (знаний и навыков) в области разработки и создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок.

### Основными задачами изучения дисциплины являются:

- 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 ОПОП

Дисциплина входит в состав дисциплин по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)», основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направленности (профиля) «Промышленная теплоэнергетика».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло, владение методами расчетов тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов (ПК-1);
- способность к анализу и систематизации научно-технической информации, обоснованию технических и технологических критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем (ПК-2);
- способность к оптимизации параметров тепловых технологических процессов и экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах (ПК-3);
- способность к разработке новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками (ПК-4);
- способность к разработке теоретических аспектов и методов интенсивного энергосбережения в тепловых технологических системах (ПК-5);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность:

*в научно-исследовательской деятельности:*

- разработка программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка заданий для проведения исследовательских и научных работ;
- сбор, обработки, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор и обоснование методик и средств решения поставленных задач;
- разработка методик и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;

- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;
- участие в конференциях, симпозиумах, школах, семинарах и т.д.;
- разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к области разработки и создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок;
- защита объектов интеллектуальной собственности, управление результатами научно-исследовательской деятельности;

в преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования.

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
1	ПК-1	Способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло, владение методами расчетов тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов	<p><b>Выпускник знает:</b> методы и средства теоретических и экспериментальных исследований процессов тепло- и массопереноса при разработке и создании малоотходных и безотходных тепловых технологических установок.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих малоотходные и безотходные технологии.</p> <p><b>Владеет навыками:</b> расчетов малоотходных и безотходных тепловых технологических установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов</p>	В соответствии с учебным планом
2	ПК-2	Способность к анализу и систематизации научно-технической информации, обоснованию технических и технологических критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации тепло-энергетических ус-	<p><b>Выпускник знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы и средства анализа и систематизации научно-технической информации;</li> <li>– теоретические аспекты обоснования технических и технологических критериев оценки при разработке и создании малоотходных и безотходных тепловых технологических установок.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать и систематизировать научно-техническую информацию;</li> <li>– обоснованно выбирать технические и технологические критерии оценки принимаемых решений в области разработки и создания малоотходных и безотходных тепловых технологиче-</li> </ul>	В соответствии с учебным планом

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
		тановок и систем	ских установок. – <b>Владеет навыками:</b> – анализа и систематизации научно-технической информации; – обоснования технических и технологических критериев оценки при разработке и создании малоотходных и безотходных тепловых технологических установок	
3	ПК-3	Способность к оптимизации параметров тепловых технологических процессов и экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах	<b>Выпускник знает:</b> теоретические основы оптимизации параметров тепловых технологических процессов и экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках. <b>Умеет:</b> использовать знания и опыт оптимизации параметров тепловых технологических процессов и экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках. <b>Владеет навыками:</b> оптимизации параметров тепловых технологических процессов и экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках.	В соответствии с учебным планом
4	ПК-4	Способность к разработке новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками	<b>Выпускник знает:</b> основные тенденции и направления разработки новых конструкций малоотходных и безотходных тепловых технологических установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками. <b>Умеет:</b> использовать знания и опыт разработки малоотходных и безотходных тепловых технологических установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками. <b>Владеет навыками:</b> разработки новых конструкций малоотходных и безотходных тепловых технологических установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками.	В соответствии с учебным планом
5	ПК-5	Способность к разработке теоретических аспектов и методов интенсивного энергосбережения в тепловых технологических системах	<b>Выпускник знает:</b> теоретические аспекты и методы интенсивного энергосбережения в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках. <b>Умеет:</b> использовать знания и навыки интенсивного энергосбережения в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках. <b>Владеет навыками:</b> разработки теоретических аспектов и методов интенсивного энергосбережения	В соответствии с учебным планом

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
			в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках.	

\*Основными этапами формирования компетенций обучающихся при освоении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий в течение учебного семестра (семестров).

### 3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенций обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

## 4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 6 тем, содержание которых направлено на изучение вопросов создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 180 часов, 5 зачётных единиц. Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах по очной форме обучения. Формы контроля для очной формы обучения: дифференцированные зачеты в 3 и 4 семестрах.

### 4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	семестр	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины в часах	180	76	104
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Лекции	8	4	4
Практические занятия	16	8	8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>156</b>	<b>64</b>	<b>92</b>
<b>Вид аттестации</b>		дифференцированный зачет	дифференцированный зачет

#### 4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

Тема № п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			
			Лекции	Практические занятия	Контроль	Самостоятельная работа
1	Методологические основы безотходных и малоотходных технологий	11	1	-	-	10
2	Основные направления безотходных и малоотходных технологий	31	1	4	-	26
3	Переработка и использование отходов промышленных и энергетических производств	38	2	4	-	32
4	Безотходные и малоотходные технологии и защита окружающей среды	42	2	4	-	36
5	Энергосбережение в малоотходных и безотходных тепловых технологических установках	29	1	2	-	26
6	Малоотходные и безотходные тепловые технологии в теплоэнергетике.	29	1	2	-	26
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>156</b>

#### 4.3. Содержание учебной дисциплины

##### **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 грузоподъемных 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].

**4.4. Практические (семинарские) занятия**

№/№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2.	Расчёт ВЭР газовой скважины. Расчёт ВЭР транспортной системы.	2
2	Раздел 2	Анализ возможностей снижения отходов промышленного предприятия.	2
3	Раздел 3	Изучение процесса беспламенного сжигания ТБО.	2
4	Раздел 3	Технология пиролиза.	1
5	Раздел 3	Определение количества промышленных отходов ТЭС	1
6	Раздел 4	Современные технологии переработки бытовых отходов тепловыми методами	2
7	Раздел 4	Химические методы очистки сточных вод. Нейтрализация, хлорирование и озонирование.	2
8	Раздел 5	Технология двухстадийного использования ВЭР	1
9	Раздел 5	Расчет утилизации отработанного пара на выходе из турбины ТЭС.	1
10	Раздел 6	Экономическая оценка внедрения тепловых насосов на промышленном предприятии.	1
	Раздел 6	Выбор теплонасосной установки для утилизации ВЭР.	1
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

**5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины**

При изучении дисциплины «Научные основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

В ходе обучения применяются:

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

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.**

Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) 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** обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итогового контроля изучения дисциплины**

### **6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине**

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ);
- подготовка докладов;
- выполнение тестовых заданий.

### **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: **Дифференцированный зачет**

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

Индекс контролируемых компетенций — ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

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. Обеспеченность литературой**

#### **Основная:**

1. Сулягин В.М. Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий: учебное пособие / В.М. Сулягин, 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)

2. 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/)

3. 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)

#### **Дополнительная:**

1. Энергосбережение и энергоэффективность [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Л. Жуковский. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 100 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D742095<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D742095<.>)

2. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: Монография/Кудинов А.А., Зиганшина С.К. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 320 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=514944>

3. Оранова Т.И. Основы разработки безотходных и малоотходных технологий Нальчик: Каб. - Балк. ун-т., 2004. — 56 с.

<https://www.twirpx.com/file/1032460/>

4. Спасибожко В.В. Основы безотходной технологии: Учебное пособие. Челябинск: Изд. ЮУр-ГУ, 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)

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

1. Научные основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок: методические указания к практическим занятиям для аспирантов направления 13.06.01, направленности «Промышленная теплоэнергетика [электронный ресурс], СПГУ, 2018 г.

2. Научные основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок: методические указания для самостоятельной работы для аспирантов направления 13.06.01, направленности «Промышленная теплоэнергетика [электронный ресурс], СПГУ, 2018 г.

### **7.3. 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>

8. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

9. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

10. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

11. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

12. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).

### **7.4 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>

### **7.5 Современные профессиональные базы данных:**

-Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>

-«Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>

-«Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

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

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.

2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.

## **8. Материально-техническое обеспечение**

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя технические средства обучения, служащие для представления информации (мультимедийные доски, проекторы, и т.д.). Имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования, которые укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

### **8.1. Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Аудитория 1244 для проведения лекционных занятий. Адрес - Санкт-Петербург, Средний проспект В.О., д.82, литера А. Учебный центр №2.

Оснащенность аудитории: мультимедийный проектор – 1 шт.; столы – 45 шт.; стулья – 92 шт.; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»); лабораторное оборудование – 6 шт.

Аудитория 1232 для проведения практических занятий. Адрес - Санкт-Петербург, Средний проспект В.О., д.82, литера А. Учебный центр №2.

Оснащенность аудитории: комплект мультимедийной аудитории Тип 2 (доступ к сети «Интернет») – 1шт; столы компьютерные – 16 шт., стол – 2 шт.; стул – 28 шт.; компьютер для студентов - 18 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), принтер – 1 шт.

В аудиториях используется лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003; Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003; Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003; Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003; ГК № 797-09/09 от 14.09.09 "На поставку компьютерного оборудования"; ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 "На поставку компьютерного оборудования"; ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 "На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения"; ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 "На поставку программного обеспечения" Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009;
  - Microsoft Office 2007: Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года);
  - MapInfo Professional: ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения" (обслуживание до 2020 года);
- Autodesk: product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766N1

### **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 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012

«На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

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: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMATH Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **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 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### 8.4. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1165 Читальный зал	Аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт; Сканер K.Filem - 1 шт; Копир. Аппарат -1 шт; Кресло – 521AF-1 шт; Монитор ЖК HP22-1 шт; Монитор ЖК S.17-11 шт; Принтер HP L/Jet-1 шт; Системный блок HP6000 Pro-1 шт; Системный блок Ramec S. E4300-10 шт; Сканер Epson V350-5 шт; Сканер Epson 3490-5 шт; Стол 160*80*72-1 шт; Стул 525 BFH030-12 шт; Шкаф каталожн. -20 шт; Стул «Кодоба» -22 шт; Стол 80*55*72-10 шт	MARK-SQL, Ирбис
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1171 Читальный зал	Книжный шкаф 1000*3300*400-17 шт; Стол, 400*180 Титаник «Pico» - 1 шт; Стол письменный с тумбой - 37 шт; Кресло «Cannes» черное-42 шт; Кресло (кремовое) -37 шт; Телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT-1 шт; Монитор Benq 24-18 шт; Цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт; Пульт для презентаций R700-1 шт; Моноблок Lenovo 20 HD 19 шт; Сканер Xerox 7600- 4шт;	
Санкт-Петербург, В.О., Малый пр., д.83, Инженерный корпус Ауд. № 327-329 Читальные залы	Компьют. Кресло 7875 A2S – 35 шт; Стол компьют. – 11 шт; Моноблок Lenovo 20 HD 16 шт; Доска настенная белая -- 1 шт; Монитор ЖК Philips - 1 шт; Монитор HP	

	L1530 15tft - 1 шт; Сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт; Системный блок HP6000 – 2 шт; Стеллаж открытый- 18 шт; Микрофон Д-880 с 071с.ч.- - 2 шт; Книжный шкаф - 15 шт; Парты- 36 шт; Стул- 40 шт	
--	---	--

#### 8.5. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003; Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003; Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003; Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003; ГК № 797-09/09 от 14.09.09 "На поставку компьютерного оборудования"; ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 "На поставку компьютерного оборудования"; ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 "На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения"; ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 "На поставку программного обеспечения" Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009;
2. Microsoft Office 2007: Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года);
3. MapInfo Professional: ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения" (обслуживание до 2020 года);
4. Autodesk: product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

## ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

*Рабочая программа дисциплины «Научные основы создания малоотходных и безотходных тепловых технологических установок» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры тепло-техники и теплоэнергетики*

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	1	«28» 08.2020	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д033(44)-04/20 от 28.04.2020
2	1	«30» 08.2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
3	1	«31» 08.2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022