

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

17 февраля 2023 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Горение и экологический мониторинг

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Иовлева О.В. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), Olga.Beloded@kpfu.ru ; Ларионов Виктор Михайлович

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-1	способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями ОПОП магистратуры)
ПК-2	способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

методы диагностики процесса горения в типовых энергетических установках;  
 способы снижения выброса токсичных веществ в результате сгорания топлива;  
 показатели выброса токсичных веществ и нормативы ГОСТов по токсичности и ПДК.

Должен уметь:

проводить диагностику процесса горения в типовых энергетических установках;  
 разрабатывать способы снижения выброса токсичных веществ в результате сгорания топлива;  
 оценивать показатели выброса токсичных веществ и делать выводы об их соответствии нормативам.

Должен владеть:

методикой диагностики процесса горения в типовых энергетических установках;  
 методами снижения выброса токсичных веществ в результате сгорания топлива;  
 методикой оценки показателей выброса токсичных веществ.

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность самостоятельного совершенствования своих знаний по оценке процесса горения и проведения экологического мониторинга новых энергоустановок.  
 способность к самостоятельному применению теоретических и практических знаний при решении проблем технической физики.  
 способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов методов к решению задач экологического мониторинга, а так же готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях.

способность самостоятельного совершенствования своих знаний по оценке процесса горения и проведения экологического мониторинга новых энергоустановок.

способность к самостоятельному применению теоретических и практических знаний при решении проблем технической физики.

способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов методов к решению задач экологического мониторинга, а так же готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях.

способность самостоятельного совершенствования своих знаний по оценке процесса горения и проведения экологического мониторинга новых энергоустановок.

способность к самостоятельному применению теоретических и практических знаний при решении проблем технической физики.

способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов методов к решению задач экологического мониторинга, а так же готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях.

способность самостоятельного совершенствования своих знаний по оценке процесса горения и проведения экологического мониторинга новых энергоустановок.

способность к самостоятельному применению теоретических и практических знаний при решении проблем технической физики.

способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов методов к решению задач экологического мониторинга, а так же готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.04.01 "Техническая физика (Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 33 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
1.	Тема 1. Общие сведения о топливе.	2	1	0	0	0	2	0	4
2.	Тема 2. Материальный и тепловой балансы горения топлива	2	2	0	0	0	2	0	4
3.	Тема 3. Организация процесса горения в энергетических установках	2	2	0	0	0	2	0	5
4.	Тема 4. Механизмы образования и методы снижения выходов окислов азота, ароматических полициклических углеводородов и сажи.	2	2	0	0	0	2	0	5
5.	Тема 5. Взаимодействие энергоустановок с окружающей средой	2	2	0	0	0	2	0	5
6.	Тема 6. Утилизация промышленных и бытовых отходов	2	2	0	0	0	2	0	5
7.	Тема 7. Методы химического анализа состава воздуха.	2	2	0	0	0	2	0	5

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
8.	Тема 8. Методы и средства измерения содержания токсичных веществ.	2	1	0	0	0	2	0	0
	Итого		14	0	0	0	16	0	33

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Общие сведения о топливе.

Состав и состояние. Экологическая проблема сжигания органических топлив. Удельная теплота сгорания. Характеристики и свойства твердого топлива. Жидкое топливо. Газообразное топливо. Приведенные характеристики и условное топливо.

Топливо- это вещество природного или искусственного происхождения, путем переработки которого получают большое количество энергии.

По виду высвобождаемой энергии топливо делят на ядерное и химическое. В свою очередь химическое топливо подразделяют на органическое и металлосодержащее (используется в реактивных двигателях). Около 80 % тепловой энергии получают при сжигании органического топлива. Поэтому в дальнейшем под топливом будем понимать именно органическое топливо как основной источник энергии, реализуемый человеком.

По агрегатному состоянию топливо бывает твердым, жидким и газообразным. Наиболее распространенный вид твердого топлива- ископаемые угли (бурые, каменные и антрациты). В сравнительно небольших количествах ("3 %) используются торф, дрова и горючие сланцы. К жидкому топливу относятся продукты переработки нефти: бензин, керосин, дизельное топливо, мазут и др. Газообразное топливо - природный, коксовый, доменный и другие газы, состоящие главным образом из углеводородов.

Топливо, используемое в том виде, в каком оно находится в природе, является естественным; предварительно переработанное в результате физико-химических процессов - искусственным (нефтепродукты, кокс и др.).

Любое топливо состоит из органической (горючей) части: H, C, O, N, S и так называемого балласта: A- зола, W- вода. Тепло при сгорании выделяют углерод и водород. Количество выделяющегося тепла зависит от элементарного состава топлива. Сера дает мало тепла, при ее сгорании образуются кислотные оксиды SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>, поэтому в любом виде топлива сера является нежелательной примесью. Кислород и азот тепла не выделяют. Значит, S, O и N- внутренний балласт топлива.

Практически в каждом топливе, кроме основных пяти элементов, в небольшом количестве могут содержаться и другие, которые не входят в состав соединений, образующих органическую часть топлива - это минеральные примеси (при сгорании образуют золу A) и воду. Значит: зола и вода - внешний балласт.

Содержание балласта в разных видах топлива может колебаться от десятых долей до десятков процентов.

Балластом газообразного топлива являются негорючие газы: кислород, азот, пары воды (H<sub>2</sub>O), углекислый газ (CO<sub>2</sub>).

### Тема 2. Материальный и тепловой балансы горения топлива

Материальный баланс горения. Объемы воздуха и продуктов сгорания. Энтальпии воздуха и продуктов сгорания. Тепловой баланс горения. Решение задач по определению теплового и материального баланса процесса горения, расчету теплоты сгорания топлива.

Материальный баланс процесса горения выражает количественные соотношения между исходными веществами (топливо, воздух) и конечными продуктами (дымовые газы).

Составление материального баланса можно условно разделить на две стадии:

определение объёма воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания топлива, и теоретического объёма продуктов сгорания;

определение действительных объёмов воздуха и продуктов сгорания (с учётом коэффициента избытка воздуха).

Для твёрдого и жидкого топлива материальный баланс составляется на 1 кг топлива, для газообразного - на 1 м<sup>3</sup> сухого газа при нормальных условиях (P = 0,1013 МПа, t = 0 °C).

### Тема 3. Организация процесса горения в энергетических установках

Способы сжигание жидкого, газообразного и твердого топлива. Принципы организации процесса горения в зависимости от практического использования выделяющейся тепловой энергии: двигатели, нагревательные установки, тепловые электростанции, бытовые устройства. Термо- и газодинамические основы рабочего процесса в типовых энергетических системах. Принципиальные схемы типовых энергетических систем и комплексов.

#### **Тема 4. Механизмы образования и методы снижения выходов окислов азота, ароматических полициклических углеводородов и сажи.**

Среди вредных компонентов дымовых газов особое место занимает большая группа полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Многие ПАУ обладают высокой канцерогенной и (или) мутагенной активностью, активизируют фотохимические смоги в городах, что требует строгого контроля их эмиссии. Находясь в воздухе, водоемах и почве, они поглощаются живыми организмами (в том числе и человеком) и накапливаются в различных тканях. В то же время некоторые ПАУ, например, фенантрен, флуорантен, пирен и ряд других, физиологически почти инертны и не являются канцерогенно-опасными.

Специально организуя топочный процесс, можно существенно уменьшить количество образующихся при горении оксидов азота. Практическое применение нашли следующие методы:

А) Снижение температурного уровня в топке эффективно для котлов, в которых сжигается не содержащий азота природный газ. (Этот метод реализуется путем установки большего числа горелок, расположением горелок в несколько ярусов по высоте, применением двухсветного экрана.

Б) Рециркуляция дымовых газов успешно используется на газомазутных котлах с высокой температурой в ядре горения. Эффективность ее зависит от количества и температуры рециркулирующих газов, а также от организации ввода их в топку. Газы рециркуляции целесообразно подавать в топку по отдельному периферийному каналу горелки со скоростью, близкой к скорости воздуха.

#### **Тема 5. Взаимодействие энергоустановок с окружающей средой**

Нормативы на токсичные выбросы и ПДК. Методы определения расхода выбрасываемых токсичных выбросов (прямые и расчетные). Зола, шлаки, сточные воды. Законы рассеивания токсичных выбросов в атмосфере. Газоочистное оборудование. Взаимодействие ТЭС, ТЭЦ, с окружающей средой. Воздействие ТЭК на окружающую среду

#### **Тема 6. Утилизация промышленных и бытовых отходов**

Количество бытовых отходов в мире в расчете на одного человека увеличивается примерно на 1-4%, а по массе - на 0,2-0,4% в год и в настоящее время составляет (кг/год): в благоустроенных зданиях - 160-190, в неблагоустроенных зданиях - 600-700. Проблема указанных отходов в настоящее время весьма остро стоит во многих странах мира.

Принципы утилизации промышленных и бытовых отходов. Технологии утилизации промышленных и бытовых отходов. Установки утилизации промышленных и бытовых отходов.

#### **Тема 7. Методы химического анализа состава воздуха.**

Анализ загрязнений, содержащихся в воздушной среде, можно отнести к наиболее трудным задачам аналитической химии. Это обусловлено следующими причинами:

- ü одна проба одновременно может содержать десятки и даже сотни органических и неорганических соединений;
- ü концентрация токсичных веществ в атмосфере может быть ничтожно малой (до 10<sup>-4</sup>-10<sup>-7</sup> % и ниже);
- ü воздух представляет собой неустойчивую систему с постоянно меняющимся составом (наличие влаги, кислорода, фотохимические реакции, изменение метеорологических условий).

Для анализа загрязнений воздуха получили распространение методы, которые можно разбить на четыре группы: хроматографические, масс-спектрометрические, спектральные, электрохимические.

Приборы для анализа состава дымовых газов. Проведение работ по отбору химических проб для последующего анализа состава воздуха и дымовых газов. Проведение химического анализа состава воздуха и дымовых газов. Обработка результатов анализа и представление отчетных документов.

#### **Тема 8. Методы и средства измерения содержания токсичных веществ.**

Отбор проб воздуха для определения концентраций токсичных компонентов.

Микрообъемный метод;

Фотометрический метод;

Люминесцентный метод;

Спектроскопический метод;

Полярографический метод;

Хроматографический метод;

Быстрые методы;

Методы определения запыленности воздуха:

Весовой метод определения пыли;

Счётный (кониметрический) метод определения пыли;

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТАВА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ - [http://www.ie.asm.md/img/pdf/sol\\_4ru.pdf](http://www.ie.asm.md/img/pdf/sol_4ru.pdf)

Безопасность, эффективность, экологичность - <http://www.icpgroup.ru>

Газоанализаторы - "Бонэр" - Экологический мониторинг - [http://www.boner.ru/index.php?action=topics&menu\\_id=225&page\\_id=126](http://www.boner.ru/index.php?action=topics&menu_id=225&page_id=126)

Классификация экологического мониторинга - <http://rudocs.exdat.com/docs/index-479440.html?page=5>

Экоиндустрия - [http://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=125](http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=125)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.</p>
лабораторные работы	<p>Лабораторные работы представляют одну из форм освоения теоретического материала с одновременным формированием практических навыков в изучаемой дисциплине. Их назначение ?углубление проработки теоретического материала, формирование практических навыков путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к лабораторным работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение лабораторной работы предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение теоретического материала по теме лабораторной работы (по вопросам изучаемой темы);</li> <li>- выполнение необходимых расчетов и экспериментов;</li> <li>- оформление отчета с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным экспериментам и теоретическим расчетам;</li> <li>- по каждой лабораторной работе проводится контроль: проверяется содержание отчета, проверяется усвоение теоретического материала. Контроль усвоения теоретического материала является индивидуальным.</li> </ul>
самостоятельная работа	<p>Количество часов на самостоятельную работу студента по дисциплине устанавливается учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины. В рабочей программе указываются виды планируемой самостоятельной работы студента, их содержание, трудоемкость выполнения, методы контроля и перечень рекомендуемой учебной и учебно-методической литературы. Самостоятельная работа студентов проводится с целью:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;</li> <li>- углубления и расширения теоретических знаний;</li> <li>- формирования умений использовать справочную литературу;</li> <li>- развития познавательных и творческих способностей студентов;</li> <li>- формирования самостоятельности мышления;</li> <li>- развития исследовательских умений.</li> </ul>
экзамен	<p>Завершающим этапом изучения дисциплины является промежуточная аттестация в виде письменного (устного) экзамена и зачета. При этом студент должен показать все те знания, умения и навыки, которые он приобрел в процессе текущей работы по изучению дисциплины. Дисциплина считается освоенной студентом, если он в полном объеме сформировал установленные компетенции и способен выполнять указанные в данной программе основные виды профессиональной деятельности. Освоение дисциплины должно позволить студенту осуществлять как аналитическую, так и научно-исследовательскую деятельность, что предполагает глубокое знание теории и практики данного курса.</p>

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.04.01 "Техническая физика" и магистерской программе "Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.01 Горение и экологический мониторинг*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

**Основная литература:**

1. Барилевич В.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Барилевич В.А. , Смирнов Ю.А. - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2014 - 432с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=356818>
2. Ясовеев М. Г. Экология урбанизированных территорий [Электронный ресурс]: Учебное пособие: 1 / Ясовеев М. Г. , Стреха Н. Л. - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2015 - 293с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=483202>

**Дополнительная литература:**

1. Гридэл Т.Е. Промышленная экология [Электронный ресурс]: 1 / Гридэл Т.Е. , Алленби Б.Р. - Москва: Издательство 'ЮНИТИ-ДАНА', 2015 - 527с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=882183>
2. Бойко Е. А. Реакционная способность энергетических углей [Электронный ресурс]: 1 / Бойко Е. А. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011 - 608с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=441211>

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.