

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  
Проф. Д. А. Гаюровский  
01 » июня 2021 г.



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Смежные задачи физики горения и физики низкотемпературной плазмы

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: 2022

## 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): инженер 2 категории Семенова Е.В. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), EYallina@kpfu.ru

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики
ПК-4	готовность решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ
УК-6	способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Физические механизмы ионизации газов, в частности продуктов сгорания углеводородных топлив;

Устройство и принцип действия типовых МГД генераторов и плазмоэнергетических установок;

Основы теории электропроводности газов;

Должен уметь:

Оценивать степень ионизации пламен и продуктов сгорания ;

Рассчитывать параметры рабочего процесса в плазмоэнергетических установках;

Оценивать влияние электрических и магнитных полей на процессы горения.

Должен владеть:

Методами расчета процессов ионизации углеводородов и их смесей;

Методиками экспериментального исследования воздействия электрических и магнитных полей на процесс горения.

Физические механизмы ионизации газов, в частности продуктов сгорания углеводородных топлив;

Устройство и принцип действия типовых МГД генераторов и плазмоэнергетических установок;

Основы теории электропроводности газов;

Оценивать степень ионизации пламен и продуктов сгорания ;

Рассчитывать параметры рабочего процесса в плазмоэнергетических установках;

Оценивать влияние электрических и магнитных полей на процессы горения.

Методами расчета процессов ионизации углеводородов и их смесей;

Методиками экспериментального исследования воздействия электрических и магнитных полей на процесс горения.

Должен демонстрировать способность и готовность:

проводить комплексные исследования, направленные на разработку новых плазмоэнергетических установок;

выполнять физико-технические расчеты ионизационных процессов в имеющихся промышленных установках.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.04.01 "Техническая физика (Физика плазмы, теплотехника и водородная энергетика)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Ионизация газов.	1	2	0	4	0	0	0	6
2.	Тема 2. Основы теории электропроводности газа.	1	2	0	2	0	0	0	8
3.	Тема 3. Влияние электрических разрядов на физико-химические свойства углеводородов и их смесей с воздухом.	1	4	0	2	0	0	0	8
4.	Тема 4. Влияние электрического и магнитного поля на структуру пламени и характер течение продуктов сгорания.	1	4	0	4	0	0	0	8
5.	Тема 5. МГД генератор.	1	4	0	4	0	0	0	6
6.	Тема 6. Плазмозенергетические системы и установку.	1	2	0	2	0	0	0	0
	Итого		18	0	18	0	0	0	36

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Ионизация газов.**

1. Электрический разряд в газах.
2. Ионизация газов.
3. Несамостоятельный газовый разряд.
4. Самостоятельный газовый разряд.
5. равновесная ионизация газов.
6. Неравновесная ионизация газов.

Газы представляют собой хорошие изоляторы. Это означает, что их молекулы нейтральны и отсутствуют заряды. Однако если газ каким-либо образом ионизировать, он становится проводящим. Процесс ионизации газа сводится к отрыву электронов от нейтрального атома, атом превращается в положительный ион. При достаточно высоком давлении отцепившиеся электроны захватываются нейтральными атомами, атомы превращаются в отрицательные ионы. Таким образом, электропроводность газов при высоком давлении носит ионный характер. При небольшом давлении электроны могут

находиться в свободном состоянии, в этом случае говорят об электронной проводимости.

Для того чтобы газ стал проводником, необходим какой-либо посторонний фактор ионизации (высокая температура газа, ультрафиолетовое излучение и т.д.). В этом случае проводимость газа называется несамостоятельной, ток в газе называется

несамостоятельным.

При достаточно большой напряженности электрического поля оно само может вызвать ионизацию газа, возникший газовый разряд и ток называются самостоятельными.

## **Тема 2. Основы теории электропроводности газа.**

1. теория электрической проводимости плазмы.
2. опытные данные по электрической проводимости пламен и продуктов сгорания.

Современная концепция теории электропроводности растворов электролитов состоит в попытке единого подхода описания закономерностей изменения  $\chi$  от  $C$  для любого типа электролита.

Таким образом, теория бесспиновой электропроводности, базирующаяся только на представлении о заряженных со-литонах, даже для случая транс - (СК)  $\chi$  выглядит очень искусственной. Были предложены и другие механизмы переноса. В модели металлических капель предполагается, что вследствие неоднородного легирования возникают неоднородно распределенные металлические островки. При этом переход полупроводник - металл интерпретируется как порог протекания, т.е. точка, в которой впервые образуется перколяционный суперкластер.

## **Тема 3. Влияние электрических разрядов на физико-химические свойства углеводородов и их смесей с воздухом.**

Основные свойства сжиженных углеводородных газов. Воздействие высоковольтного электрогидравлического разряда на физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.

В последние десятилетия в области естественных наук появилось принципиально новое направление научных работ, связанных с изучением воздействия на вещество радиации, электромагнитного излучения, ультразвука, плазмы, высоких давлений, температур и т.д.

Перечисленные выше действующие факторы часто характеризуют термином "экстремальные воздействия". Несмотря на различные механизмы передачи энергии молекулам и атомам вещества общим критерием экстремальности воздействия может служить возникновение промежуточных высокоактивных состояний частиц вещества, что в итоге приводит к качественному изменению микро- и макрохарактеристик обрабатываемого объекта, появлению новых свойств.

Одним из видов комплексного экстремального воздействия является эффект высоковольтного короткоимпульсного электрогидравлического разряда (ВКЭГР), который сочетает в себе одновременное воздействие на вещество сильного механического сжатия, мощного ультразвука, жесткого рентгеновского, УФ- и ИК-излучения. Образующиеся в процессе разряда электромагнитные поля также оказывают сильное влияние как на сам разряд, так и на ионные процессы, протекающие в окружающей его жидкости. Под их воздействием происходят разнообразные физические изменения и химические реакции в обрабатываемом материале.

## **Тема 4. Влияние электрического и магнитного поля на структуру пламени и характер течения продуктов сгорания.**

Действие электрического поля на процесс сгорания. Ионобразование в пламенах. Вероятный механизм влияния электрического поля на распространение пламени.

Горение - одно из самых сложных, известных человеку явлений. Принято считать, что горение

- процесс взаимодействия топлива с окислителем с выделением тепловой и световой энергии. Это цепная реакция последовательного дробления частиц топлива на более мелкие радикалы. До настоящего времени нет четко сформулированной теории горения. Существуют

отдельные модели, которые в условиях дефицита достоверных экспериментальных данных

о процессах в зонах горения, неизбежно связаны с умозрительными предположениями и зачастую содержат серьезные недостатки и даже противоречия. Согласованность теории

с экспериментом служит лишь доводом в пользу работоспособности данной модели, но никак

не доказывает истинности ее исходных предположений, поскольку остаются возможности

альтернативных объяснений тех же самых закономерностей. Попытки управлять процессами горения предпринимались давно. Одним из способов управления процессами горения, является использование электрического поля.

## **Тема 5. МГД генератор.**

1. Схема работы МГД-генератора
2. Преимущества и недостатки генератора.

Альтернативных источников энергии на планете Земля огромное количество. Просто человечество еще не научилось эту энергию получать дешевыми способами, хотя многие из них уже используются. Практически все виды альтернативной энергии в теории разработаны и получены в лабораторных условиях. Одним из таких видов является энергия, получаемая от электролита, расположенного в магнитном поле. Такой эффект называется магнитогидродинамический, а установка, в которой эту энергию получают, МГД генератор. Ученым этот эффект известен давно. Стоит напомнить, что еще Фарадей в 1832 году пытался в лабораторных условиях найти электромагнитную движущую силу. Для этого он использовал воду из реки Темза. Давайте рассмотрим обе позиции (эффект и генератор) более подробно.

#### **Тема 6. Плазмоэнергетические системы и установки.**

1. Плазмотроны;
2. Технологические плазменные установки и ионно-плазменные технологии;
3. Медицинские и промышленные плазменные установки.
4. Лазерные и термоядерные установки.

Плазменная технология - молодая отрасль промышленности, интенсивное ее развитие началось в 50-х годах нашего столетия и бурно продолжается в разных странах. Свидетельством тому служит большой поток патентной и научной информации, а также расширяющиеся области промышленного использования.

Предпосылкой для развития плазменной технологии стало развитие космической техники, что потребовало создания различных типов двигателей, в том числе и плазменных, материалов и конструкций космических аппаратов, сохраняющих работоспособность при входе в плотные слои атмосферы, испытаний летательных аппаратов при больших скоростях полета, исследований в области термоядерного синтеза, газодинамики при высоких скоростях, физики газового разряда, химической технологии высоких режимных параметров. С использованием плазменной технологии созданы не только новые материалы, обладающие высокими технологическими свойствами (огнеупорностью, твердостью, прочностью), но и аппаратура эффективной обработки этих материалов.

#### **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 планируемому результату 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)

автореферат исследование низкотемп плазмы - <http://www.itam.nsc.ru/users/libr/eLib/Diss/2009/DenisovaNV.pdf>

журнал физика горения и взрыва - <http://www.choicejournal.ru/show.php?id=1358>

Основные результаты исследований низкотемп пазмы - [http://council-fntp.narod.ru/booklets/2004/Booklet\\_2004\\_1.pdf](http://council-fntp.narod.ru/booklets/2004/Booklet_2004_1.pdf)

физика горения газов - [http://mirknig.com/knigi/nauka\\_ucheba/1181458205-fizika-goreniya-gazov.html](http://mirknig.com/knigi/nauka_ucheba/1181458205-fizika-goreniya-gazov.html)

физика горения и взрыва Хитрин -

<http://pirochem.net/index.php?id1=3&category=pirophysics&author=hitrin-ln&book=1957>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	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.
практические занятия	Практические занятия представляют особую форму сочетания теории и практики. Их назначение ? углубление проработки теоретического материала предмета путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к практическим занятиям включает изучение обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение практического занятия предполагает, например: - индивидуальные выступления студентов с сообщениями по какому-либо вопросу изучаемой темы; - фронтальное обсуждение рассматриваемой проблемы, обобщения и выводы; - решение задач и упражнений по образцу; - решение вариантных задач и упражнений; - выполнение контрольных работ; При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой практического занятия; прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; составить краткий план ответа на каждый вопрос практического занятия; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради. Все письменные задания выполнять в рабочей тетради. Практические занятия развивают у студентов навыки самостоятельной работы по решению конкретных задач.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов проводится с целью: - систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений; - углубления и расширения теоретических знаний; - формирования умений использовать справочную литературу; - развития познавательных и творческих способностей студентов; - формирования самостоятельности мышления; - развития исследовательских умений. Для достижения указанной цели студенты должны решать следующие задачи: - изучить рекомендуемые литературные источники; - изучить основные понятия и определения; - решить предложенные задачи; - ответить на контрольные вопросы.
зачет	Студенты сдают зачеты в конце теоретического обучения. К зачету допускается студент, выполнивший в полном объеме задания, предусмотренные в рабочей программе. В случае пропуска каких-либо видов учебных занятий по уважительным или неуважительным причинам студент самостоятельно выполняет и сдает на проверку в письменном виде общие или индивидуальные задания, определяемые преподавателем. Зачет по теоретическому курсу проходит в устной или письменной форме (определяется преподавателем) на основе перечня вопросов, которые отражают содержание действующей рабочей программы учебной дисциплины. Студентам рекомендуется: - готовиться к зачету в группе (два-три человека); - внимательно прочитать вопросы к зачету; - составить план ответа на каждый вопрос, выделив ключевые моменты материала; - изучив несколько вопросов, обсудить их с однокурсниками. Ответ должен быть аргументированным. Результаты сдачи зачетов оцениваются отметкой ?зачтено? или ?незачтено?.

### 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.01 Смежные задачи физики горения и физики  
низкотемпературной плазмы*

**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: 2022

**Основная литература:**

1. Архипов В.А. Физико-химические основы процессов тепломассообмена [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Архипов В.А. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 199 с.: ISBN 978-5-4387-0539-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/673007>
2. Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Темам, А. Миранвиль ; под ред. Г. М. Кобелькова ; пер. И. О. Арушаняна. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. ? 323 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94110>
3. Математические основы вычислительной механики жидкости, газа и плазмы [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Брушлинский К.В. - Долгопрудный:Интеллект, 2017. - 272 с. ISBN 978-5-91559-224-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/858951>
4. Котельников, И.А. Лекции по физике плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Котельников. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. ? 387 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94109>
5. Фомин, В.М. Энергообмен в сверхзвуковых газоплазменных течениях с ударными волнами [Электронный ресурс] / В.М. Фомин, В.И. Яковлев. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2017. ? 368 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105007>

**Дополнительная литература:**

1. Баранова, М. П. Физико-химические основы получения топливных водоугольных суспензий [Электронный ресурс] : монография / М. П. Баранова, В. А. Кулагин. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 160 с. - ISBN 978-5-7638-2116-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/441837>
2. Минько Н.И., Методы получения и свойства нанообъектов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2013. - 165 с. - ISBN 978-5-9765-0326-7 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976503267.html>

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.01 Смежные задачи физики горения и физики  
низкотемпературной плазмы*

**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: 2022

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.