

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

Ударные волны и детонация

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

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-3	способность разрабатывать, проводить наладку и испытания и эксплуатировать наукоемкое технологическое и аналитическое оборудование

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы физических процессов, приводящих к возбуждению ударных волн и детонации; уравнения термоакустики и методы их решения.

Должен уметь:

выполнять расчеты ударных волн;
-использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний в области теории и практики горения.

Должен владеть:

Математическим аппаратом теории ударных волн и детонации;
Навыками проведения расчетов параметров ударных волн с заданными параметрами.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Математическим аппаратом теории ударных волн и детонации;
Навыками проведения расчетов параметров ударных волн с заданными параметрами.
основы физических процессов, приводящих к возбуждению ударных волн и детонации; уравнения термоакустики и методы их решения.
выполнять расчеты ударных волн;
-использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний в области теории и практики горения.
Проводить теоретическое исследование ударных волн и детонации в трубах и различных энергоустановках;
Выполнять физико-технические расчеты параметров ударных волн в промышленных энергетических установках.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.01 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 2 курсе в 3 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 - 32 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 40 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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. Введение	3	2	0	0	0	0	0	
2.	Тема 2. Основы теории движения сжимаемого газа	3	2	0	4	0	0	0	8
3.	Тема 3. Ударные волны малой интенсивности	3	2	0	2	0	0	0	8
4.	Тема 4. Распространение ударной волны в трубе	3	2	0	2	0	0	0	8
5.	Тема 5. Понятие детонации и детонационной волны	3	4	0	4	0	0	0	8
6.	Тема 6. Распространение детонационной волны в сплошной среде	3	4	0	4	0	0	0	8
	Итого		16	0	16	0	0	0	40

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Понятие и общая характеристика, а также основные свойства ударных волн. Анализ их термодинамики, происхождения, структуры. Факторы, влияющие на скорость распространения. Гидродинамическая теория и механизм детонации. (В общих чертах)

В успешном развитии космической и авиационной техники, энергетики, химии, современного машиностроения, а также физики ударных волн огромное значение имеют фундаментальные исследования быстропротекающих процессов. Теоретические и экспериментальные исследования в этой области необходимы для разработки методов решения разнообразных динамических задач, связанных с ударноволновым нагружением гомогенных и гетерогенных, газообразных, жидких и твердых сред, для изучения и практического применения процессов распространения ударных волн в твердых телах, для анализа электромагнитных явлений, имеющих место при ударе и взрыве. Далее будем рассматривать вещества при высоких давлениях и температурах, возникающих в результате ударно-волнового нагружения.

Тема 2. Основы теории движения сжимаемого газа

Распространение возмущений в потоке сжимаемого газа. Стационарный поток сжимаемого газа.

Основные положения. Поведение потока газа или жидкости можно описать двумя способами. Первый из них (способ Лагранжа) заключается в том, что указывается поведение с течением времени каждой частицы, составляющей поток: изменение положения ее траектории, изменение по времени действующих на каждую частицу давлений, изменение температуры частиц и т.д. При этом способе описания потока дается история поведения характеристик каждой частицы, составляющей поток.

Второй способ (способ Эйлера) заключается в том, что указывается, что происходит в каждой точке изучаемого потока в каждый данный момент в результате прохождения через эти точки различных частиц движущейся среды, каковы скорости в каждой точке изучаемого потока, давления, температуры и т. п. Таким образом, этот способ дает как бы моментальные снимки состояния потока во всех его точках.

При описании движения среды по первому способу используется понятие траектории - пути, по которому движется частица. Во втором способе используется понятие линии тока - линии, касательные к которой в каждой точке совпадают с направлением скорости потока в данной точке. При установившемся течении, когда скорости в каждой точке потока не изменяются со временем, линии тока и траектории совпадают.

Тема 3. Ударные волны малой интенсивности

Образование слабых ударных волн, соотношение, определяющее ее параметры.

Рассмотрим ударную волну слабой интенсивности, в которой скачки всех газодинамических параметров можно рассматривать как малые величины. При этом пока не будем делать никаких предположений о термодинамических свойствах вещества, исходя только из законов сохранения.

Тема 4. Распространение ударной волны в трубе

Ширина ударных волн. Изотермический скачок. Слабые разрывы.

Рассмотрим гидравлический удар в трубопроводе при внезапном (мгновенном) закрытии задвижки в конце трубопровода с учетом реальных условий движения жидкости, а именно: жидкость сжимаема, а стенки трубопровода обладают упругими свойствами.

Изменения давления и скорости потока в трубопроводах происходят не мгновенно в связи с упругостью твёрдых стенок трубы и сжимаемостью рабочей среды, а с некоторой конечной скоростью, обусловленной необходимостью компенсации упругих деформаций жидкости и трубы.

Тема 5. Понятие детонации и детонационной волны

Взаимодействие ударных волн с фронтом пламени, образование детонационной волны.

Детонация, условия её распространения. Зависимость скорости детонации от различных факторов

Возбуждение и распространение детонации в конденсированном Взрывчатых Веществах.

Факторы, влияющие на скорость распространения. Гидродинамическая теория и механизм детонации. Модель Зельдовича и Неймана.

Тема 6. Распространение детонационной волны в сплошной среде

Использование детонационного режима горения в тепловых двигателях и энергоустановках.

Сплошная среда - твердая, жидкая или газообразная способна передавать колебательное движение в виде звуковых волн. Всякое неравномерное, а значит и колебательное движение происходит под воздействием некоторых сил. В отсутствие сил тела бы двигались только равномерно и прямолинейно. Колебания среды вызываются силами упругости в ней.

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;

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Студентам следует: -приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; -до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; -при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно-правовые акты и материалы правоприменительной практики; -теоретический материал следует соотносить с правовыми нормами, так как в них могут быть внесены изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе; -в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; -в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; -на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю. Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2- недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению. Студентам следует: -руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД; -выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные 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.

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.07.01 Ударные волны и детонация*

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:

Фомин В. М. и др. Энергообмен в сверхзвуковых газоплазменных течениях с ударными волнами [Электронный ресурс]: Физматлит, 2017 - 368с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105007>

Орленко Л. П. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов - 3-е - Физматлит, 2017 - 408с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105009>

Эквист Б. В. Теория детонации взрывчатых веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие - МИСИС, 2016 - 24с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93598>

Дополнительная литература:

1. Зельдович Я.Б. и др. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2008 - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109383.html>

2. Лунёв В.В. Течение реальных газов с большими скоростями [Электронный ресурс]: Москва: Физматлит, 2007 - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107730.html>

3. Ландау Л. Д. и др. Гидродинамика, Т. 6 Теоретическая физика [Электронный ресурс]: учеб. пособие : в 10-ти т.: 5-е изд., стереот. / Ландау Л. Д. , Лифшиц Е. М. - Физматлит, 2001 - 736с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2232

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.