

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Гидродинамическая устойчивость

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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) профессор, д.н. (с.н.с) Егоров А.Г. (Кафедра аэрогидромеханики, отделение механики), Andrey.egorov@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	способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках
ПК-4	способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач
ПК-5	способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах
ПК-6	способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

ориентироваться в специальной литературе посвященной вопросам гидродинамической неустойчивости.

Должен уметь:

ориентироваться в специальной литературе посвященной вопросам гидродинамической неустойчивости.

Должен владеть:

ориентироваться в специальной литературе посвященной вопросам гидродинамической неустойчивости.

Должен демонстрировать способность и готовность:

ориентироваться в специальной литературе посвященной вопросам гидродинамической неустойчивости.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.03 "Механика и математическое моделирование (Механика твердого деформируемого тела)" и относится к дисциплинам по выбору.

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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 52 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 32 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи, равновесие жидко-го мостика.	2	1	2	0	4
2.	Тема 2. Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса, влияние движения на устойчивость струи.	2	2	2	0	4
3.	Тема 3. Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение, поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.	2	1	2	0	4
4.	Тема 4. Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея, неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора	2	1	2	0	4
5.	Тема 5. Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел, решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках	2	1	2	0	4
6.	Тема 6. Неустойчивость систем с двойной диффузией: потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость	2	1	2	0	6
7.	Тема 7. Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта, вторичные течения, неустойчивость Гёртлера	2	1	2	0	6
8.	Тема 8. Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода, энергетический метод в задаче Релея-Бенара	2	1	2	0	6

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача, вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое	2	1	1	0	6
10.	Тема 10. Устойчивость невязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда, схема Кельвина течения вблизи критического слоя	2	0	2	0	2
11.	Тема 11. Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя, неустойчивость струи, расчет критического состояния	2	2	2	0	2
12.	Тема 12. Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости, анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.	2	2	2	0	2
13.	Тема 13. Численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда: локальный метод решения задачи Релея, метод составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда	2	2	3	0	2
14.	Тема 14. Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца для ?вечного двигателя? Релея-Бенара, стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца	2	2	3	0	2
15.	Тема 15. Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения, уравнение РГ, линеаризованное уравнение РГ, скейлинг	2	2	3	0	2
	Итого		20	32	0	56

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи, равновесие жидко-го мостика.

Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи
Решение задачи о равновесии жидкого мостика.

Тема 2. Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса, влияние движения на устойчивость струи.

Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса

Решение задачи о влиянии движения на устойчивость струи.

Тема 3. Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение, поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.

Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение

Поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.

Тема 4. Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея, неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора

Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея,

Неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора

Тема 5. Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел, решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках

Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел.

Решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках

Тема 6. Неустойчивость систем с двойной диффузией: потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость

Неустойчивость систем с двойной диффузией

Потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость

Тема 7. Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта, вторичные течения, неустойчивость Гёртлера

Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта.

Вторичные течения, неустойчивость Гёртлера

Тема 8. Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода, энергетический метод в задаче Релея-Бенара

Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода

Энергетический метод в задаче Релея-Бенара

Тема 9. Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача, вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое

Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача

Вывод и решение уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое

Тема 10. Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда, схема Кельвина течения вблизи критического слоя

Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда.

Тема 11. Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя, неустойчивость струи, расчет критического состояния

Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя

Неустойчивость струи, расчет критического состояния

Тема 12. Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости, анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.

Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости

Анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.

Тема 13. Численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда: локальный метод решения задачи Релея, метод составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда

Основные численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда

Применение локального метода решения задачи Релея, метода составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда к анализу устойчивости базовых течений

Тема 14. Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца для ?вечного двигателя? Релея-Бенара, стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца

Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца

стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца

Тема 15. Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения, уравнение РГ, линеаризованное уравнение РГ, скейлинг

Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения
уравнение РГ, линеаризованное уравнение РГ, скейлинг

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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)

альбом течений жидкости и газа . AN ALBUM OF FLUID MOTION - -
www.imec.msu.ru/content/nio/VanDaik/vd_main.html

Гидрогазодинамика: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, -
<http://www.znaniium.com/bookread.php?book=410288>

Методы научного познания: Учебное пособие / С.А. Лебедев. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 272 с -
<http://www.znaniium.com/bookread.php?book=450183>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

НБ им. Н.И. Лобачевского КФУ - URL:http://z3950.ksu.ru/bcover/0000685310_con.pdf

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студентам необходимо посещать лекции, вести конспект лекций вслед за изложением материала преподавателем. Рекомендуется прорабатывать конспект в течение дня после лекции и просматривать его вновь накануне следующей лекции. В случае обнаружения ошибок или возникновения вопросов по предыдущему материалу необходимо обратиться к преподавателю.
практические занятия	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. Для успешного решения задач первой части курса студентам рекомендуется вспомнить материал, освоенный в предыдущих семестрах в рамках базовых математическ
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит из двух основных частей - проработка лекционного материала и выполнения домашних заданий. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспектов оказывается недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.
экзамен	Подготовку к экзамену рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все экзаменационные вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем экзаменационным вопросам.

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 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе "Механика твердого деформируемого тела".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.8 Гидродинамическая устойчивость

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

Практические занятия по курсу 'Устойчивость и управление движением': учебно-методическое пособие / Ф.Х. Тазюков, Б.Ф. Тазюков. - Казань: КФУ, 2011. - 20с.

Устойчивое развитие: человек и биосфера [Электронный ресурс] / Г. А. Ягодин, Е. Е. Пуртова. ? Эл. изд. ?

М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. ? 109 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8799

Формальский, А.М. Управление движением неустойчивых объектов : монография / А.М. Формальский. - Москва : Физматлит, 2014. - 231 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48308

Дополнительная литература:

Динамический хаос, Кузнецов, Сергей Петрович, 2006г.

Нелинейные волны, солитоны и хаос, Инфельд, Эрик; Роуландс, Джордж; Кузнецов, Е. А., 2006г.

Устойчивость течений релаксирующих молекулярных газов, Григорьев, Юрий Николаевич; Ершов, Игорь Валерьевич, 2012г.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.8 Гидродинамическая устойчивость

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

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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.